

المركز القومي للترجمة



المشروع القومي للترجمة

# دافيد دويتس نسيج الحقيقة

ترجمة

منير شريف

مراجعة

عادل أبوالمجد

1401



أشار أحمد زويل إلى "الكمبيوتر الكمي" باعتباره أحد مفاتيح القرن الحادي والعشرين، ومؤلف هذا الكتاب يعد من رواده، ومن رواد مجال الذكاء الاصطناعي، ومن هذا المنطلق يطرح وجهة نظر جديدة لإيجاد نظرية موحدة Unifying theory، أو نظرية تجمع في سمط واحد بين القوى الطبيعية الأربعة الكبرى، "القوة الكهربائية والمغناطيسية والنوية القوية والنوية الضعيفة"؛ فتنتفتح مغاليق الكون وأسراره مرة واحدة وإلى الأبد.

يقول دويتس إن لدينا وشائج أو روابط أربعة تربط الكون في سياق واحد... هي: نظرية المعرفة، ونظرية الكم، ونظرية الأنواع (التطور-النشوء والارتقاء-التكيف)، ومبدأ تورنج في الحوسبة. والمؤلف أيضاً من مشايعي نظرية تعدد الأكوان أو الأكوان المتوازية Parallel universes التي يتداخل ما يقع فيها من أحداث.

وعلى الجملة فإن دويتس يرى أن محاولة فهمنا الشامل للحقيقة هو ما كان يأمله إبان طفولته: "هل يتسنى للمرء أن يعرف كل شيء عن كل ما هو معروف في وقت من الأوقات؟".

نسيج الحقيقة



المركز القومي للترجمة

إشراف : جابر عصفور

- العدد : 1401

- نسيج الحقيقة

- دافيد دويتس

- منير شريف

- عادل أبو المجد

- الطبعة الأولى 2009

هذه ترجمة كتاب :

**The Fabric of Reality**

**by : David Deutsch**

**Copyright © David Deutsch, 1997**

---

**حقوق الترجمة والنشر بالعربية محفوظة للمركز القومي للترجمة .**

شارع الجبلية بالأوبرا - الجزيرة - القاهرة . ت: ٢٧٣٥٤٥٢٤ - ٢٧٣٥٤٥٢٦ فاكس: ٢٧٣٥٤٥٥٤

El-Gabalaya St., Opera House, El-Gezira, Cairo

e.mail:egyptcouncil@yahoo.com

Tel: 27354524 - 27354526

Fax: 27354554

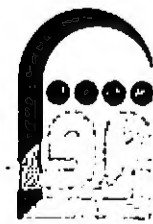


# نسيج الحقيقة

تأليف : دافيد دويتس

ترجمة : منير شريف

مراجعة : عادل أبو المجد



2009



**بطاقة الفهرسة**  
**إعداد الهيئة العامة لدار الكتب والوثائق القومية**  
**إدارة الشؤون الفنية**

دويتس ، دافيد

نسيج الحقيقة: تأليف: دافيد دويتس؛ ترجمة: منير شريف؛ مراجعة: عادل  
أبو المجد .

ط ١ - القاهرة : المركز القومى للترجمة ، 2009

٥٠٨ ص ، ٢٤ سم

٢ - الفيزياء - نظريات

٣ - العلم - فلسفة

(أ) شريف، منير (مترجم)

(ب) أبو المجد، عادل (مراجع)

(ج) العنوان

٥٣٠.٠٠١

رقم الإيداع ٢٠٠٩/١٠٢١٣

الترقيم الدولى 978-977-479-227-2

طبع بالهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية

تهدف إصدارات المركز القومى للترجمة إلى تقديم الاتجاهات والمذاهب الفكرية المختلفة  
للقارئ العربى وتعريفه بها ، والأفكار التى تتضمنها هى اجتهادات أصحابها فى  
ثقافتهم ، ولا تعبر بالضرورة عن رأى المركز .



**"مناوشات مع الجذرية ... كتاب يدخل الرهبة في النفس"**

**جوليان براون**







## المحتويات

9	* تصدير المراجع .....
17	* مقدمة المترجم .....
23	* مقدمة المؤلف .....
27	الفصل الأول : نظرية كل شيء .....
67	الفصل الثاني : الظلال .....
97	الفصل الثالث : حل العضلات .....
121	الفصل الرابع : معيار للحقيقة .....
157	الفصل الخامس : الحقيقة التقديرية (التَّخِيلُة) .....
191	الفصل السادس : العالمية وحدود الحوسبة .....
215	الفصل السابع : حديث حول "التبرير" (أودافيد والاستقراء الخفي) .....
247	الفصل الثامن : معنى الحياة .....
283	الفصل التاسع : الكمبيوترات الكمية .....
319	الفصل العاشر : طبيعة الرياضيات .....
365	الفصل الحادي عشر : الزمن : أول مفهوم كمّي .....
405	الفصل الثاني عشر : ارتحال الزمن (أو سريانه) .....

445	..... الفصل الثالث عشر : الخيوط الأربعة
475	..... الفصل الرابع عشر : نهايات الكون



## تصدير المراجع

مؤلف هذا الكتاب - الدكتور دافيد دويتس - من مواليد عام ١٩٥٣ ويشغل وظيفة أستاذ الفيزياء بجامعة أوكسفورد أعرق جامعات المملكة المتحدة، وله العديد من الأبحاث فى الفيزياء النظرية أهمها فى الحوسبة الكمية - ذلك العلم الذى نشأ فى ثمانينيات القرن الماضى على يد مجموعة من الفيزيائيين منهم مؤلفنا هذا - ليواكب التطور السريع فى إنتاج الحاسبات الإلكترونية الذى سيؤدى حتماً إلى الحاجة إلى الاعتماد على رقائى ذات أبعاد ذرية مما يستلزم إدخال ميكانيكا الكم، أى ميكانيكا الذرات ومكوناتها، فى علم الحوسبة.

وفى كتابه هذا يستخلص المؤلف خبراته فى علوم الكم والحوسبة وغيرها محاولاً الإجابة عن السؤال الذى حيرَ البشرية منذ آلاف السنين: ما هى الحقيقة؟ أو كما صاغها هو: مما نُسجت الحقيقة؟

ويجب المؤلف عن هذا السؤال بأن الحقيقة نُسجت أساساً من أربع نظريات هى:

١ - نظرية الكم فى إطار التفسير الذى أتى به "هيو إفريت" والمبنى على أن الكون الذى نعيش فيه ليس منفرداً ولكنه واحد من عدد لا نهائى من الأكوان.

٢ - نظرية المعرفة كما صاغها "كارل بوبر" التى تهدف إلى تفسير واقعى للعلوم الحديثة مبنى على الفرضيات والحدسيات التى لا تقبل التكذيب.

٣ - نظرية الحوسبة التى ابتدعها "آلان تورنج" وساهم المؤلف فى إعادة صياغتها فيما يعرف الآن بنظرية الحوسبة الكمية.

٤ - نظرية التطور لـ "تشارلز دارون" والتي خضعت خلال القرن العشرين لتعديلات كثيرة منها نظرية الاستنساخ ومفهوم "الممة" اللذان يتواءمان مع نظرية "بوبر" عن حلول المشاكل.

وقد تبدو هذه النظريات للعارفين بها متناقضة ولا علاقة لواحدة منها بالأخرى إلا أن المؤلف يحاول ببراءة أن يربط بينها ليشكل منها "نظرية لكل شيء" وهو في هذا يستعين بآراء جهايزة الفيزياء والفلسفة مؤيداً بعضها ومفنداً البعض الآخر، ويأتي بكثير من الشروحات الجديدة للعديد من الظواهر لا يخلو بعضها من الطرافة.

وأنا أودُ في هذه المقدمة أن أُلخص للقارئ بعض الحقائق العلمية عن النظريات الأربعة هذه، وأبدأ بميكانيكا الكم التي نشأت في بداية القرن العشرين كي تفسر نتائج عملية عجزت الفيزياء التقليدية عن تفسيرها بأن الضوء وما يماثله من الإشعاعات الكهرومغناطيسية يتكون من جسيمات تتصرف كما لو كانت موجات، إذ أن الفيزياء التقليدية تصف الظواهر الطبيعية إما كظواهر موجية وإما كظواهر جسيمية - فالطبيعة الموجية، كالصوت على سبيل المثال موجات يمثل تضاعفاً يتبعه تخللاً في الهواء يُحدثه مصدر الصوت وينتقل عبر الهواء إلى أذن المستمع، والضوء موجات كهرومغناطيسية تنبثها ذرات مصدر الضوء في الفراغ المحيط بها حيث تنتشر إلى أن تصل إلى عين المشاهد - أي أن الموجات عادة ما تملأ الوسط الذي تنتشر فيه، وعليه فإن جهاز الراديو يصدر أصواتاً يسمعها كل شخص جالس في الغرفة، بينما جسيم - كالرصاصة مثلاً - عندما ينطلق يُصيب ما يتصادف أن يقع في طريقه. الجسيم يتمركز في حيز محدد ومحدود بينما تكاد الموجات أن تملأ الوسط الذي تنتشر فيه. سلوكان مختلفان بل ومتناقضان، ولكن التجربة، وهي تمثل الحقيقة بالنسبة إلى العلماء تتطلب أن تكون الذرات ومكوناتها (تلك التي يسميها المؤلف الجسيمات دون الذرية) مزدوجة السلوك، لذا أتت النظرية النسبية لتمثل الجسيمات بواسطة موجات تُعبر عن احتمال وجود الجسيم في أي مكان في الفراغ. فالإلكترون الذي نفترض وجوده في



ذرة ما لا يلزم أن يكون حقاً في الذرة، ولكنه يوجد في نفس الوقت في جميع النقاط في الفضاء ولكن باحتمالات مختلفة، قمة هذه الاحتمالات أن يكون داخل الذرة. وهكذا تخلت نظرية الكم عن فكرة تمركز الجسيمات بل وسمحت بانتشارها على هيئة موجات: أى أن حركة الجسيم إنما هي انتقال للموقع الذى تصل فيه قيمة احتمال وجوده إلى نهايتها العظمى من مكان إلى مكان آخر. وفى هذا الإطار نشأت ميكانيكا الكم كنظرية رياضية متكاملة سمحت بتحليل النتائج العملية التى تعارضت مع الفيزياء التقليدية فى بداية القرن العشرين وآلاف التجارب التى أجريت بعد ذلك، واليوم، وبعد أكثر من مائة عام خلت منذ بدء الحديث عن الكم وفيزيائه قلماً يوجد من العلماء من يشكك فى صحة هذه النظرية، سواء فى معادلاتها أو فى حلول هذه المعادلات، إلا أن الاختلاف يدور حول التفسير المنطقي لهذه النظرية، وبالذات كيف دخل الاحتمال إلى سلوك الجسيمات دون الذرية.

التفسير الذى تجده فى معظم الكتب الدراسية عن ميكانيكا الكم ينسب إلى ما يعرف بمدرسة كوبنهاجن والتى تضم "نيلز بور" وتلاميذه ومنهم "ماكس بورن" و"فيرنر هايزنبرج" و"فولفجانج باولى" وغيرهم ممن أصبحوا فيما بعد من أشهر علماء الفيزياء فى القرن العشرين، وقد بُنى هذا التفسير على أن نظرية الكم تخص منظومات ميكروسكوبية (قطر الذرة يقدر بواحد مللى على مائة مليون من السنتيمتر) منعزلة عن العالم الخارجى ولكن النتائج العملية يتم الحصول عليها بواسطة أجهزة قياس ماكروسكوبية أبعادها تقاس بالسنتيمترات بل والأمتار، ولا يخفى علينا أن عملية القياس تنتج عن تفاعل بين أجهزة القياس والأجسام المراد قياسها، فعداد جايجر الذى يقيس الإشعاع تحدث فيه شرارة كلما مر به جسيم مشحون كهربائياً، ويزداد تأثير هذا التفاعل على المنظومة المراد قياسها كلما صُغرت هذه المنظومة ويصبح محسوساً إلى درجة لا يمكن تجاهلها عندما نصل إلى الأبعاد الذرية، وعندها نجد أن تكرار قياس صفة ما من صفاتها يأتى بنتائج مختلفة، وهكذا يدخل الاحتمال فى

وصف سلوك الجسيمات دون الذرية والذي يؤدي بدوره إلى "ازدواجية المعايير" الموجية والجسيمية في وصف حركة الذرات ومكوناتها.

ولكن تفسير مدرسة كوبنهاجن لا يخلو من التناقض لاعتباره أن أجهزة القياس تحكمها الميكانيكا الكلاسيكية بينما المنظومات المقاسة تحكمها قوانين أخرى، بل إن هذا التفكير يثير التساؤل عما إذا كان لنظرية فيزيائية أن تصف لنا ما يراه المشاهد عبر القياس بدلاً من أن تصف لنا الظواهر التي تحدث بالفعل.

ولهذا ظهرت عديد من الأعمال العلمية والفلسفية التي تحاول إيجاد تفسيرات أخرى لدخول الاحتمال في وصف سلوك الأجسام، منها التفسير الذي تبناه مؤلف هذا الكتاب والذي يقوم على نظرية فلكية تقول بأن الكون الذي نعرفه ليس هو الكون الوحيد بل إنه واحد من عدد لا نهائي من الأكوان، سُميت هذه المجموعة "Multiverse" وذلك بإبدال المقطع "Uni" الذي يعنى "الوحيد" فى كلمة "Universe" بالمقطع "multi" والذي يعنى "التعدد"، وفى متعدد الأكوان هذا توجد ملايين الملايين من الأكوان التي تتطابق ظروفها تماماً مع كوننا، وملايين الملايين من الأكوان الأخرى التي تختلف عنا. وبالتالي فإن ما تصفه الفيزياء هو ما يحدث فى جميع الأكوان المتطابقة، وعليه فإن نفس الحدث يمكن أن تكون له قيمة مختلفة فى كل من هذه الأكوان كل باحتمال مختلف.

والنظرية الثانية فيما يشكّل نسيجاً للحقيقة كما يراه المؤلف هى نظرية المعرفة – وهى أحد الأفرع الرئيسية للفلسفة التي تعود بداياتها إلى عصر الإغريق، وهى تُعرف عند المختصين بالاسم الإغريقى لها وهو "إبستمولوجيا" المكوّن من مقطعين الأول "إبستمى" وهى المعرفة والثانى "لوجوس" ويعنى علم، وتبحث هذه النظرية فى ماهية المعرفة ومصادرها وحدودها، وقد بدأت النظرية بالتساؤل عن الخواص التي تؤهل المعتقدات كى تُعدّ من الحقائق، والمتطلبات التي تجعل نتاج التفكير مقنعاً وقاطعاً، ومع مرور الوقت اختلفت اتجاهات الباحثين فى علم المعرفة، فهناك أصحاب المذهب

التجريبي "Empiricism" ومنهم "هيوم" وهم الذين لا يعتبرون المعارف ذات قيمة إلا إذا أمكن التحقق منها بواسطة المشاهدة والتجربة، وهناك أصحاب المذهب العقلي "Rationalism" مثل ديكارت و"لايبنتز" و"اسبينوزا" والذين لا يعدّون ما يبرره المنطق ضمن الحقائق، والفلسفة المثالية "Idealism" تعتبر الحقائق صوراً عقلية وليست بالضرورة أشياء مادية، والصوفية "Mythesism" تجعل الوصول للحقيقة مفهوماً روحانياً لا يدركه العقل، والمذهب العملي "pragmatism" الذي يقول بأن أهمية المبادئ في نتائجها العلمية، والمذهب التحفظي "Traditionalism" الذي يرجع الحقيقة إلى ما جاء في الوحي الإلهي وما أتت به التعاليم التقليدية.

أما ما اختاره مؤلفنا فهو الفلسفة العلمية التي تُعرف بنظرية المعرفة الارتقائية والتي سادت خلال القرن العشرين وغيّرت تماماً من النظرة إلى المعرفة، والفكرة الرئيسية فيها التي أتى بها "كارل بوبر" تدور حول التمييز بين الزيف والحقيقة، فالزيف معرفة لا يمكن التحقق من صحتها بل يُمكن تكذيبها، والحقيقة هي المعرفة التي يمكن إثباتها، أما المعارف التي لا يمكن إثباتها ولا تكذيبها، يصنّفها على أنها حدسية أو بعبارة أخرى: عقيدة.

تسمى هذه النظرية "الارتقائية" نظراً لأنها تستخدم فكرة النشوء والارتقاء التي تدور حولها نظرية "دارون" للتطور - التي يعدّها مؤلفنا النظرية الرابعة التي يتكون منها نسيج الحقيقة - إذ أن النظرية تقول إن تكذيب حدس ما يجب أن يقود إلى استبداله بحدس جديد لكن الحدس الجديد هذا لا يوجد له إثبات هو الآخر وهكذا فإن الاستمرار في المحاولة والخطأ هو الطريق الذي قد يؤدي في النهاية إلى التوصل إلى حقيقة العالم والذي يسميه "بوبر" طريق الحدس والتكذيب.

والجدير بالذكر أن طريق الحدس والتكذيب هو الطريق الذي يتبعه علماء الطبيعة المعاصرة، فالنظرية العلمية تُعتبر حقيقة طالما اتفقت مع نتائج التجارب العملية. فإذا ظهرت تجربة جديدة تتناقض مع التجربة فإن المجتمع العلمي يرفض هذه النظرية



ويستبدلها بأخرى، وهكذا فإن ميكانيكا الكم التي تحدثنا عنها قد أُستحدثت بعد مجموعة من التجارب التي دلت على السلوك الموجي للجسيمات الذي لم تستطع ميكانيكا "نيوتن" أن تصفه، كذلك نشأت النظرية النسبية كي تفسر ثبات سرعة الضوء مهما اختلفت سرعة المشاهد على عكس ما أتت به نسبية "جاليليو" التي بُنيت عليها نظريات "نيوتن" بأن سرعة كل الأجسام (بما فى ذلك جسيمات الضوء) سرعة نسبية - أى تختلف باختلاف سرعة من يرصدها، كما تبدو لنا الشمس والنجوم وهى تتحرك فى السماء بينما نحن الذين نتحرك مع حركة الأرض، وكما نظن أن محطة القطار تتحرك عندما يبدأ القطار فى المسير على عكس الواقع الفعلى.

النظرية الثالثة التى يعدها "دويتس" ضمن نسيج الحقيقة هى نظرية الحوسبة التى أرسى قواعدها "آلان تورينج" عام ١٩٣٧ حين قال بوجود آلة حاسبة مجردة وعالمية (وتعرف حالياً بآلة بورينج) يمكنها إجراء أية حسابات مما يستطيع أى حاسب مادي إجراؤها.

وفى تطويره لصفة "مجردة" يدخل "دويتس" الكمبيوتر الكمى فى زمرة آلات تورينج. وما زال علم الحوسبة الكمى فى مرحلة الطفولة ويعد "دويتس" من أهم مؤسسيه كما أسلفنا، إلا أن "دويتس" يؤكد على وجود كومبيوتر كمى عالمى فى نهاية الزمان والمكان تشرف عليه كائنات عاقلة لديها القدرة والمعرفة اللازمة لتضخيم ذاكرته ومضاعفة سرعته وتزويده بالطاقة اللازمة لذلك، بحيث يتمكن من محاكاة أية بيئة فى الوجود، وهو فى ذلك يستعين بنظرية نقطة النهاية التى أوردها "فرانك تبلر" فى كتابه "فيزياء النهاية" مضيفاً إليها مفاهيم جديدة نابعة من أبحاث "بوبر" فى نظرية المعرفة، ويستفيد "دويتس" من تفسير ميكانيكا الكم فى إطار تعدد الأكوان فى القول بأن الحاسب الكمى العالمى يستطيع إجراء حساباته فى أكثر من كون فى نفس الوقت، وهو بذلك يتفوق على آلة تورينج التى تستخدم الفيزياء الكلاسيكية فى حساباتها ولا تستطيع أن تجرى حساباتها إلا فى كوننا هذا.

ويحاول المؤلف تبسيط أفكاره هذه باستخدام مفهومه عن الحقيقة التقديرية، أى الحقيقة كما يحسها الإنسان والتي قد لا تكون موجودة فعلاً - ومنها ما يشعر به الطيار وكأنه يقود الطائرة وهو يتدرب بداخل غرفة مصممة لذلك - ويوجد منها الكثير فى مدارس الطيران بالدول المتقدمة، إذ أن مولّدات الحقيقة التقديرية لا تنتج صوراً فحسب بل تتعامل فى نفس الوقت مع أكثر من حاسة من الحواس البشرية الخمس، بل ويتوقع أن تتصل مولّدات الحقيقة التقديرية مستقبلاً مع الخلايا العصبية للمشاهد مباشرة، والعقل البشرى نفسه فى رأى "دويتس" يعد من مولّدات الحقيقة التقديرية، وبالتالي فإن رؤيتنا للعالم حولنا إنما هى حقيقة تقديرية أنتجتها عقولنا والحقيقة الحقّة لا يعلمها إلا الله.

وفى هذا السياق يتطرق "دويتس" إلى مفهوم الزمن وذلك فى قراءة مبتكرة، فالزمن فى رأيه لحظات يمكن تصورها كنقاط متتالية على خط ممتد، ونحن ننقل من نقطة إلى نقطة على هذا الخط، فالزمن لا يذهب ولا يرجع ولا يرحل، ونحن إذا أردنا أن ننقل إلى زمن سابق لا يمكننا ذلك إلا بالانتقال من كوننا هذا إلى كون آخر يماثله فى "متعدد الأكوان" ويستدل على ذلك بأمثلة معروفة - فلو أمكن لشخص أن يرحل إلى زمن سابق فى عالمنا هذا، هل يستطيع هذا الشخص قتل جدّه لو أراد ذلك؟ طبعاً لا وإلا فإنه هو نفسه لم يكن ليولد، ويستحدث دويتس أمثلة أخرى أكثر حنكة وأكثر إقناعاً.

أما النظرية الرابعة ضمن نسيج الحقيقة فهى نظرية التطور أو النشوء والارتقاء التى أرسى قواعدها "دارون" فى منتصف القرن التاسع عشر - وقد أشرت إليها توما - والتى أثارت وما زالت تثير كثيراً من الجدل، ولا أجد ضرورة لأن أضيف هنا شيئاً أكثر مما قد عرضه المؤلف فى كتابه المائل بين يديك، وإن كنت أقترح على القارئ الذى يريد التعرف على نظرية التطور من وجهة نظر أخرى أن يرجع إلى الكتاب الممتاز الذى صدر حديثاً عن مكتبة الأسرة بعنوان "الجديد فى الانتخاب الطبيعى" لمؤلفه "ريتشارد دوكنز" والذى يستعرض فيه آراء المدارس الداروينية المختلفة.

هذه بعض من العديد من الأفكار الطريفة التي سيجدها القارئ في هذا الكتاب "نسيج الحقيقة"، أنتجتها محاولات جادة لدمج أربعة من أحدث النظريات العلمية في نسيج واحد، لرسم صورة مبتكرة عن المستقبل القريب والبعيد، صورة تفوق ما أتى به الكتاب والشعراء ومؤلفو أفلام الخيال العلمي.

د. عادل يحيى أبو المجد

مصر الجديدة في نوفمبر ٢٠٠٦



## مقدمة المترجم

كنت ولم أزل مفتوناً بالعلم وإنجازاته المذهلة التي أصبحت أكبر من قدرة إنسان اليوم على الاستيعاب على حد تعبير د. زويل، والذي تسارعت جذوته منذ النصف الأخير من القرن الفائت، وقد أشرت إلى هذا المعنى على نحو أو آخر عبر متن مقدمة محاولتي السابقة في الترجمة التي حملت عنوان "الاقتراب من الله" والتي جاس مؤلفه د. بول دافيز Paul Davies - المتخصص حالياً في العلم الجديد نسبياً "علم الأحياء الكوني" - في أعماق الكون محاولاً سبر أغواره كيف بدأ وإلام يتجه بنفسه وبنا، عملاً بقول الله تعالى: "قل سيروا في الأرض فانظروا كيف بدأ الخلق" ("٢٠" العنكبوت)، وهو ينهى كتابه بقول ما معناه أننا رغم هذه الإنجازات الهائلة للعلم فلم نُحدث سوى شرخاً في "شفرة" الكون هذا بعد أن ناقش بموضوعية مختلف الآراء في ذات الموضوع دينية كانت أو علمية.

وهنا تجد - قارئى - محاولة أخرى لنفس المنظور ولكن من زاوية أخرى، حيث يرى لفيف من العلماء أنه بتوحيد القوى الكبرى المسيطرة على الكون "الكهرومغناطيسية والقوة النووية القوية والقوة النووية الضعيفة والجاذبية" في معادلة واحدة سنكون قد وقفنا على سر الكون (تحقق توحيد الأولى والثالثة في شكل الكهرومغناطيسية والجهود متصلة من أجل التوحيد النهائى وإن بشكل لا يوحى باقتراب هذه النهاية على المدى المنظور) كما أن بعضاً من العلماء يرون أنه لا جدوى هناك من توجيه الجهود لهذا المضمار، وقريب من الأخيرين مؤلفنا الحالى إذ يرى أنه لدينا عدداً من النظريات الناجحة التي قدمت لنا أفضل تفسير متاح للكون الخارجى

حولنا وبدرجة كافية للسيطرة على ما نحتاج إليه حيث لا بغية لنا سوى إدراك الحقيقة المحضة ما أمكننا ذلك للوقوف على نسيجها الحق الذى تتشكل خيوطه الأربعة من نظريات أربع هى: النظرية العامة للنسبية، ونظرية ميكانيكا الكم، ونظرية النشوء والارتقاء، ثم نظرية المعرفة - تلكم هى السداة واللحمة للحقيقة التى نعيش فى ظلها، وهى بدورها ليست باقية أبداً على ما هى الآن ولكن سيلحق بها التطور والتحسين المستمران إلى حيث تصل بنا إلى غد مأمول، وكل ما علينا هو أن نأخذهم بالجدية الصارمة وأن نربطهم معاً برباط وثيق كيما نبلغ ما نصبو إليه.

وأستطيع هنا أن أدعى بأننى أجسد واحداً من الرجال الذين تصورهم أفلاطون وهو يحبك رمزه الشهير "رمز الكهف" والذين كانوا يقبعون فيه وهم مقيدون من الخلف وفاقدو القدرة على النظر إلى ما ورائهم ووجوههم مصوبة إلى أمام حيث جدار الكهف التى تظهر عليه خيالات منعكسة عليه مما كان يجرى خارجه حيث الضوء الباهر الذى لا يتسلل منه إلى داخله إلا النذر اليسير والذى يسمح بتلك الخيالات، فإذا ما قيض لأحدهم أن يفك إسهاره منطلقاً إلى خارج الكهف وإلى الضوء الغامر فلا شك أنه سيدرك أن ما يراه الآن هو الحقيقة وأن ما كان يراه قبلاً هو مجرد ظلال للحقيقة وبمجرد تمام هذا الإدراك عنده ستتولد لديه الرغبة العارمة فى الإسراع إلى زملائه لإبلاغهم بذلك. أى أنه يقصد من قصته الرمزية تلك أن من يطلع على ما يعتقد أنها الحقيقة فستدفعه الغريزة إلى ضرورة إبلاغ من لا يعلمونها بها. وهذا هو ما أفعله بالضبط. وأنا فى هذا لست إلا مجرد هاوٍ - ولست محترفاً فى مجال العلم أو مجال الترجمة - لا يألو جهداً ما استطاع إلى ذلك سبيلاً فى تحرى الدقة والأمانة فى نقل الموضوع الذى أرى أن أعطيه عنواناً "كيف يفكرون؟" وعلام وصل إليه فكرهم وأكثره بادٍ من أمامنا وحولنا ومن خلفنا متمثل فى ثمار للعلم ننعم بها جميعاً.

هذا ما قصدته وما سأستمر عليه ما حييت بعد أن اتسع الخرق على الراقق على نحو كاد أن يبدو كائه لا سبيل - فى أماد مقبولة أو معقولة - إلى تدارك الأمر واللاحق

بالمُتسابقين الأول في المضمار، وبعد أن تخلفنا عن ركب العلم إلى درجة أكاد أصفها بأنها مزرية مخزية وهو ما يعرفه الجميع قاصٍ كان أو دانيٍ ولست هنا في مجال وصف وتفسير الظاهرة التي أوشكت أن تتجذر ومن ثم تتأصل في أوطاننا التي باتت لا تقدم للعالم شيئاً على الإطلاق سوى الكلمات وحدها التي بدورها - وكرد فعل للظاهرة ذاتها - لم تعد مسموعة أو تحظى بأي اهتمام يذكر، ثم إنني لا أجد أية خصاصة في أن أواجه نفسي بتلك الحقيقة الجلية والمُرّة في آن معاً، وأن يحذو غيري نفس المنحى حيث لم تعد هناك نخبة أو عامة ممن يمكن أن يماروا في هذا سوى البعض ممن يتجاوزون الحاضر والمستقبل معاً اكتفاءً بالماضي الذي انقضت عليه قرون عديدة حتى أصبح من ثنانيا التاريخ ومكانه لا يعدو أرفف المكتبات محصوراً على هؤلاء ممن يفتتنون بوقائع زمن انقضى وقلة من الأخيرين - تصل إلى حد الندرة - يأخذونه مأخذ الاعتبار والتدبر.

وعلى كل ما يؤخذ على الترجمة في عمومها من مأخذ أو هنات والتي أجملها - تقريباً - السيد/ خيرى منصور في مقالته المعنونة "الترجمة" في العدد ٩٤ من مجلة "الكتب: وجهات نظر" في نوفمبر ٢٠٠٦، من المحتمل أن ينكب أناس على فعل الترجمة لكافة صنوف المعرفة - وأرى أن العلم والأدب يأتيان على رأسها- لينقلوا إلى العربية " كيف يفكر الآخرون؟ وما الذي هداه إليهم هذا التفكير؟" ومن ثم يعكف آخرون من ذوى الخبرة والدربة كل في تخصصه على التحليل والتنقيب عن السبب وراء تراجعنا وكيفية تجاوز المحنة وبلوغ الأرب والتوصل لخطة مدروسة ذات مواقيت محددة - مهما - طالت يجرى تنفيذها تحت مظلة دولة حرة لها ما يكفى من الوعي والإرادة والصلابة وعن طريق رجال بات الزمان شحيحاً بهم علينا، وربما تصيب هذه الخطة أكلها وتثمر - من بين أشياء أخرى - من النشء من يمتثل ويتهيا وينطلق واضعاً أمام ناظريه هؤلاء الأفاضل الذين غيروا بأعمالهم العقلية وجه العالم مرات إثر مرات - وإن بدرجات متفاوتة - حتى وصلنا إلى ما هو عليه الآن.

لعلى - بعد ذلك - أكون قد أوضحت غايتى ومرامى من الأمر كله ثم لعلنى  
وفقت فى مسعى بعد أن جاهدت قدر ما استطعت أن أتجنب تلك الهنات ...  
والله ولى التوفيق.

منير شريف

هذا الكتاب مُهدى لذكرى كارل بوبر وهيو  
إيفريت وآلان تورنج ثم ريتشارد داوكنز. لقد أخذ  
الكتاب أفكارهم بالجدية الواجبة.





## مقدمة المؤلف

لو أن هناك ما يعتبر حافزاً يمكن أن يكون وراء هذا الكتاب حول رؤية العالم، فهو الشكر العميق والامتنان لنجاح الاكتشافات غير العادية للعلم، نحن الآن نحوز عدة نظريات أكثر عمقاً عن بناء الحقيقة. إذا كان لنا أن نفهم العالم على مستوى أكثر مما هو ظاهر منه فيكون ذلك عبر البرهان وعبر هذه النظريات وليس من خلال مفاهيمنا المسبقة أو الآراء التي نستقبلها أو حتى الحس العام. نظريتنا الجيدة ليست فقط أصدق من ذلك "الحس العام" وإنما تذهب إلى مدى أبعد منه.

ومن الواجب أن نأخذها إذن بجدية وليس لمجرد الأساس البرجماتي "النفعي" لما تمنحه لنا من مجالاتها الخاصة ولكن لكونها تفسر لنا العالم. كما أؤمن أننا سنحقق الكثير من ورائها فيما يتعلق بفهم أكبر لو لم نأخذ كل واحدة منها على حدة وإنما باعتبارهم متصلين فيما بين بعضهم البعض، وباعتبار أن هذا الاتصال أمر لا يمكن تجنبه فهم مرتبطون بشدة وعلى نحو لا ينفصم.

قد يبدو اقتراحاً على جانب من الغرابة أننا نحاول تشكيل نظرة عقلانية ومتماسكة عن العالم ووفقاً للنظريات الأساسية، فذلك قد يبدو غريباً أو نوعاً من القص. ولكن هذا هو ما يحدث عملياً. ثمة سبب لذلك يتحصل في أن هذه النظريات عندما نأخذها بالجدية الواجبة سنجد أن كلا منها يتضمن عدة حدوس (جمع حدس) متعاكسة أو متضادة.

وبالتالي فكل أنواع المحاولات التي قامت لتجنب مواجهة المعاني المتضمنة في تلك النظريات من خلال التعديل أو معاودة التأمل فيها أو التطبيق المتعسف لمجالاتها

المتعددة، أو استخدامها تجريبياً دون انتظار الكثير من ورائها أو توسيع دائرة النتائج المرجوة منها. ولسوف أُنْتَقَد بعض هذه المحاولات التي أعتقد بعدم جدارة أى منها، وذلك عندما يصبح من المقنع أن أشير إليها لشرح تلك النظريات ذاتها. حيث إن هذا الكتاب - بصفة مبدئية - ليست دفاعاً عن تلك النظريات وإنما هو بغرض البحث فيما سيكون عليه نسيج الحقيقة فيما لو كانت تلك النظريات صادقة.

## على سبيل التعريف والإقرار:

تطورت بقوة الأفكار التي تناولها الكتاب عبر المناقشات التي جرت بيني وبين كل من: بريس دي ويت (\*) Bryce De Witt وأرتور إيكـرت (\*\*) Artur Ekert وميشيل لوك وود (\*\*\*) Michael Lock Wood وإنريكو رودريجو Enrico Rodrigo ودينيس سكياما (\*\*\*\*) Dennis Sciama وفرانك تبلر (\*\*\*\*\*) Frank Tipler

---

(\*) بريس س. دي ويت Bryce S. Dewitt (١٩١٢ - ٢٠٠٤) فيزيائي أمريكي كان يعمل أستاذاً فخرياً للفيزياء بجامعة تكساس بأوستن (مات بسرطان البنكرياس) وكان يُعد عالماً استثنائياً بسبب مهارته في الفهم النظري للمقاربات الرياضية التي طبقها على كتبه التي من بينها كتابه: "أسئلة الفيزياء الرئيسية"، كما كانت له مساهمات في تطوير نظرية الكم في مجال الجاذبية. (المترجم)

(\*\*) أرتور إيكـرت Artur Ekert (مولود في عام ١٩٦١) إنجليزي بولندي المولد، يعمل أستاذاً للفيزياء الكمية بقسم الرياضة التطبيقية والفيزياء النظرية بجامعة كامبريدج، وتعددت مناصبه سواء في كامبريدج أو دول أخرى، كما حصل على جائزة ديكارت في ٢٠٠٤ وعضوية معهد الفيزياء في نفس العام، وكان قد حصل على جائزة معهد ماكسويل وميداليته عام ١٩٩٥ وهو عضو شرف بجمعية الفيزياء بسنجاپور وغيرها من الجمعيات والجوائز التي لا يسمح المجال بتعدادها. (المترجم)

(\*\*\*) ميشيل (مايكل) لوكوود Michael LockWood عالم اجتماعي وكاتب علمي له تصورات خاصة في التقويم البيئي وكشف إمكانيات ارتحال الزمن والزمكان المسطح والمنحني - والمغلق - وبزوغ النظام والجاذبية وصلتها بالانطروبيا، وكانت كتابته تتسم بالصعوبة وتشدد الألفاظ. (المترجم)

(\*\*\*\*) دينيس ويليام سكياما Dinnis William Sciama (١٩٢٦ - ١٩٩٩) فيزيائي إنجليزي لعب دوراً رئيسياً في تطوير الفيزياء الإنجليزية بعد الحرب العالمية الثانية، وأثرت أعماله في "الكميات الممتدة" امتداداً لنظرية الجاذبية، كما وضع صلات مهمة ومثمرة لمجالات متعددة مثل الفلك وإشعاعاته والثقوب السوداء... إلخ. وهو وإن قضى معظم وقته في التدريس بجامعة كامبريدج إلا أنه درس أيضاً في عدة جامعات غيرها مثل إكسفورد وهارفارد وكان قد حصل على الدكتوراه من جامعته الأصلية تحت إشراف أستاذه Paul Dirac في موضوع "مبدأ ماش والقصور الذاتي". (المترجم)

(\*\*\*\*\*) فرانك جي تبلر Frank J. Tipler فيزيائي أمريكي يعمل أستاذاً للرياضيات بجامعة تولان - Tu lane في ولاية نيواورليانز، وهو مناصر كبير للمبدأ الأنثروبولوجي في أقصى تشكلاته وعضو بالجمعية الدولية لـ التعقيد والمعلوماتية والتصميم - وشارك مع John D. Borrow في تأليف كتابهما "المبدأ الأنثروبولوجي الكوني" كما حاز كتابه "فيزياء الخلود - The Phisics of Immortality" على الكتاب الأكثر مبيعاً وقت ظهوره. (المترجم)

وجون هويلر John Wheeler وكوليا وولف Kolya Wolf، وأيضا لوالدتي تيكفاه دويتس Tikuoh Deutsch وناشرى الكتاب كارولين نايت Caroline Knight ورافى ميرشاندانى mirchandani، وأيضا جون وودروف John Woodruff وبصفة خاصة لـ سارة لورنس Sarah Lawrence لقراعتهما النقدية الشاملة المبكرة للمسودات الأولى لهذا الكتاب واقتراحاتهما لتصحيح وتطوير أفكاره. هذا بالإضافة لعرفانى لهؤلاء الذين أضافوا تعليقاتهم على أجزاء منه لدى قراعتهم النسخة المبدئية للكتاب والذين من بينهم هارفى براون(\*) Harvey Brown وستيف جراهام(\*\*) Steve Graham وروسيل لوياتشيني Rossella Lupacchini وسفين أولاف نيبيرج(\*\*\*) Svein Olav Nyberg وأوليفر ب. ر. سترمبل(\*\*\*\*) Oliver and Harriet Stempel كما أخص بالذكر كلا من: ريتشارد دوكنز Richard Dawkins وفرانك تبلر Frank Tipler .

---

(\*) هارفى ب. براون Harvey B. Brown (مولود ١٩٥٠) أمريكى إنجليزى المولد (حاصل على الدكتوراه من كينجز كوليج، عام ١٩٧٨ فى فلسفة العلوم) يعمل أستاذاً لفلسفة الفيزياء، وتركز اهتماماته حول أسس ميكانيكا الكم والنظرية النسبية وفلسفة الزمان والمكان، والفيزياء الحرارية، والمبادئ المتماثلة فى الفيزياء، ومن أشهر كتبه: "النسبية الفيزيائية: بناء الزمكان من منظور ميكانيكى" فضلاً عن ١٧ مؤلف فى المجالات الأنفة فضلاً عما يزيد عن ٤٠٠ بحث علمى منشور. (المترجم)

(\*\*) ستيف جراهام Steve Graham حصل على الدكتوراه فى علوم الحاسب من جامعة كانساس، ومن ثم يعمل أستاذاً مساعداً فى ذات المجال وله اهتمامات بـ"توكيد المعلومات وإدارة شبكات الحاسب المتغيرة الخواص" و"هندسة الحاسب" وتطبيقات اللغات الكمبيوترية المختلفة. (المترجم)

(\*\*\*) سفين أولاف نيبيرج Svein Olav Nyberg يعمل أستاذاً مساعداً للرياضيات بقسم التكنولوجيا بجامعة أجدر Agder University، وله مساهمات فى "الاحتمالات" و"الانكسارات" والفلسفة كما ويشكل ضعيف فى مجال الشعر. (المترجم)

(\*\*\*\*) أوليفر ب. ر. سترمبل Oliver B. R. Strimpel حاصل على الدكتوراه فى ميادين الفيزياء والسوفت وير، وله اهتمام خاص بالميكانيكا الطبية وبالذات جانبها الإنسانى حيث تابع دون كلل مع المحامين الكثير من الدعاوى القضائية التى يرفعها المرضى. (المترجم)



## الفصل الأول

### نظرية كل شيء



أتذكر عندما كنت بعد طفلاً صغيراً حين كان يقال لى إنه من الممكن لشخص نال قدراً عالياً من التعليم أن يعرف كل شىء عن كل ما هو معروف وقتئذ.

أما هذه الأيام فقد قيل لى أن المعرفة أصبحت كثيرة وأنه لا يمكن لشخص أن يعرف - يفهم - أكثر من شريحة رفيعة منها مهما طال به العمر، مما أدهشنى وخيب ظنى فى أن معاً. وفى الحقيقة رفضت أن أصدق ذلك وإن لم أكن قادراً على التدليل على عدم تصديقى ذاك. ولكننى عرفت أننى لم أكن أريد للأشياء أن تكون كذلك كما انتابنى الإحساس بالحسد للدارسين القدامى.

ولم يكن الأمر أننى أريد تذكر كل المعلومات المنصوص عليها فى دوائر المعارف المختلفة عن العالم بل على العكس أنا أكره حفظ الوقائع والحقائق. ولم يكن هذا المستوى من المعنى الذى قصدت أن تكون عليه فكرة معرفة كل ما هو معروف. وما كان ليحبطنى أن يقال لى إن كثيراً من المعانى المضمرة فى الطبيعة تظهر كل يوم بما يفوق قدرة المرء على الإحاطة بها على مدى عمره، أو مثلاً أن هناك ٦٠٠,٠٠٠ نوع من جنس "الخنفساء". ولم تكن لدى رغبة فى تتبع هبوط كل عصفور. كما لم أتخيل أن أحداً من الدارسين القدامى ممن يفترض أنهم يعرفون كل ما هو معروف كان يعرف مثل هذا النوع من المعلومات. وإنما دارت فى عقلى فكرة متميزة عما هو جدير بالمعرفة. "المعرفة" التى أعنى بها "الفهم".

وفكرة أن المرء يمكنه أن يفهم كل ما هو قابل للفهم ربما تكون فكرة مبهرة ولكن من الواضح أن الفكرة الأقل إبهاراً منها أن تكون للمرء قدرة حفظ وتذكر كل الحقائق المعروفة. وعلى سبيل المثال فلا أحد يمكنه تذكر كل قائمة البيانات الملاحظة عن موضوع ضيق مثل حركات الكواكب، ولكن كثيراً من الفلكيين "يفهمون" هذه الحركات لأقصى ما هو ممكن فهمه منها.

هذا ممكن لأن الفهم لا يعتمد على معرفة الكثير من الحقائق عن الموضوع وإنما على امتلاك مبادئ وتفسيرات ونظريات صحيحة. إن نظرية بسيطة قابلة للفهم يمكنها

أن تغطي ما لا نهاية له من الحقائق التي تبدو عسيرة الهضم. كما أن أحسن نظرياتنا عن حركة الكواكب هي "النسبية العامة" لأينشتاين(\*) التي نسخت في وقت باكر من القرن العشرين نظرية نيوتن عن الجاذبية والحركة حيث تنبأت بشكل صحيح - من حيث المبدأ - ليس فقط حركة الكواكب بل أيضاً كل آثار الجاذبية إلى أقصى حد يمكن لمقاييسنا الصحيحة المتاحة أن تدركه. لأن أى نظرية تهدف للتنبؤ - من حيث المبدأ أيضاً - يعنى أن التنبؤ يتبع النظرية ذاتها منطقياً حتى لو كان اختيارها يحتاج إلى قدر من الحوسبة أكبر من قدرة التكنولوجيا على أن تتواءم معه، وحتى لو كانت أضخم فيزيائياً من أن نتمكن من سحب خواصها على أى مكان فى الكون نجدها فيه.

إمكانية التنبؤ بالأشياء أو وصفها، بصرف النظر عن الصحة، ليست جميعها نفس الشيء كفهمها. التنبؤ بالأشياء ووصفها فى الفيزياء عادة ما يُعبر عنه بالمعادلات الرياضية. افترض أننى حفظت المعادلة، واستطعت، لو امتلكت الوقت والرغبة، حساب مواضع الكواكب المسجلة فى الأرشفات الفلكية ما الذى أكون قد جنيته، أكثر مما حصلت عليه من عملية حفظ الأرشفات مباشرة؟ المعادلة أسهل فى الحفظ والتذكر، ولكن مناظرة عدد من الأرشفات ربما يكون أسهل من حساباتها من خلال المعادلة. ميزة المعادلة أنه يمكن استخدامها فى عدد من الحالات غير محدود فيما وراء قائمة المعلومات المؤرشفة، فيما يتعلق مثلاً بالتنبؤ عن المستقبل من خلال ملاحظتنا الآنية. ويمكنها أيضاً أن تدلنا على تاريخية مواضع الكواكب بشكل أكثر صحة ذلك أن المعلومات المؤرشفة تحتوى على أخطاء فى الملاحظة. بالإضافة إلى هذا فإن المعادلة يمكنها تلخيص عدد لا نهائى من الحقائق أكثر مما هو متاح فى الأرشفة باعتبار ما

---

(\*) ألبرت أينشتاين Albert Einstein (١٨٧٩ - ١٩٥٥) فيزيائى أمريكى ألمانى المولد، وفى عام ١٩٠٥ عندما كان لم يزل بعد طالباً لم يزد قليلاً عن أعوامه العشرين من العمر طبع عدة أبحاث مثل كل منها اكتشافاً ضخماً فى عالم الفيزياء مثل النسبية العامة والنسبية الخاصة وتكافؤ الكتلة والطاقة وفوتونية الضوء - حاز على جائزة نوبل عام ١٩٢١ . (المترجم)

نعرفه من أنها - الأرشفة - لا تعنى بفهم حركات الكواكب. الحقائق لا يمكن فهمها من مجرد تلخيصها فى معادلة بأكثر من وضعها على الورق فى قائمة لكى يمكن ربطها بالذاكرة الحافظة. وإنما يمكن فقط فهمها من خلال شرحها.

ومن حسن الحظ أن أحسن نظرياتنا تتضمن شروحات عميقة فضلاً عن تنبؤات صحيحة. النظرية العامة للنسبية تشرح الجاذبية من منظور هندسى رباعى الأبعاد لزمان ومكان منحنى. إنها تشرح بدقة كيف أن هذه الهندسة تؤثر فى المادة وتتأثر بها. هذا الشرح هو أكثر ما يرضينا فى النظرية، التنبؤ بحركات الكواكب هو واحد من التداعيات التى يمكن استخلاصها من الشرح.

الذى يجعل النظرية العامة للنسبية أكثر أهمية، ليس مجرد أنها تتنبأ بحركات الكواكب بدرجة أكثر صحة مما تستطيعه نظرية نيوتن ولكن لأنها تكشف وتشرح مفاهيم مسبقة وغير متوقعة عن الحقيقة مثل انحناء الزمان والمكان وهذا بالضبط هو النموذج للشرح العلمى. النظريات العلمية تشرح الموضوعات والظواهر الموجودة بيننا وتلك المتضمنة فى الطبيعة والتى لا تمر بها خبراتنا بشكل مباشر.

ولكن قابلية النظرية لشرح ما يتخلل تجاربنا ليس هو أهم مساهماتها، إلا أن مساهمتها الأهم هى أنها تشرح النسيج الذى تتشكل منه الحقيقة. وكما سنرى أن أهم مساهمة ذات معنى ومفيدة للتفكير الإنسانى عموماً هو القابلية لشرح والكشف عن نسيج الحقيقة.

ومع ذلك فإن بعض الفلاسفة وحتى بعض العلماء يضعفون من قيمة الشرح فى العلم، الأمر بالنسبة لهؤلاء هو أن أهم أغراض العلم ليس هو شرح أى شىء ولكن التنبؤ بما يخرج من نتائج التجارب؛ أقصى ما يرضيهم هو تلك القدرة التنبؤية. بالنسبة لهم فإن أى شرح متماسك ومتين يمكن لأى نظرية أن تعطيه لنا يتساوى مع أهميتها التنبؤية بل إن هذه الأخيرة تفضل أى شرح على الإطلاق طالما ظل التنبؤ

صحيحاً. وهذه النوعية من النظر هي التي يطلق عليها اسم "الأدواتية" أو "الذرائعية"(\*) (لأنها تقول أن أى نظرية ليست إلا ذريعة أو أداة لصنع التنبؤات). بالنسبة لهؤلاء فإن الفكرة القائلة بأن العلم يمكننا من فهم الحقائق المتضمنة فى الطبيعة والتي تعتد بها ملاحظتنا، هى فكرة مضللة ووهمية. إنهم لا يمكنهم رؤية كيف أن أى نظرية علمية يمكنها أن تقول شيئاً وراء التنبؤ بنتائج التجربة هو ليس أكثر من كلمات فارغة.

كما يلاحظون أن الشرح أساساً هو مجرد دعائم سيكلوجية أو نوع من الخيال الروائى نجسده فى شكل نظريات لنجعلها أكثر سهولة فى الحفظ والتذكر وأكثر ترضية لنا. والفيزيائى (\*\*\*) ستيفن واينبرج - الحائز على جائزة نوبل - كان واقعاً تحت تأثير المزاج الذرائعى حين وضع تعليقه المدهش التالى على شرح أينشتاين للجاذبية: أهم شىء هو أن تكون قادراً على التنبؤ من خلال الصور الفلكية - الرقائق المصورة - بالترددات الخاصة بخطوط الطيف .. وهكذا، وببساطة فليس مهما أن نضع توصيفاً لهذه التنبؤات بناء على التأثيرات الفيزيائية لمجالات أو حقول الجاذبية على حركة

---

(\*) ضرب من البراجماتية اصطنعه جون ديوى للمعرفة على أنها آلة أو وظيفة فى جذوة الحياة حيث يقول : إن المعرفة العقلية آلة ضبط عندما تصادفنا عقبة ما، وأصبحت مذهباً فلسفياً Instrumentalism أصاب نماؤه وتقدمه على يد المنطقى المذكور ويتمثل فى أن أى شىء أو فكرة ما هو قيمته أو قيمتها كوسيلة للفعل، وأن صدق أى فكرة يكمن فى منفعتها، وقد فصل ديوى هذه الأفكار تحت مصطلح البراجماتية Pragmatism كعنوان لوجهات نظر فى التعليم- كما أضافت هذه المدرسة أن الفهم لا يتأتى من أسباب مشهدية أو ميتافيزيقية ولكن ينجم عن الفرض العملى لوضع ناجح، ومن ثم فإن الأفكار يتم فهمها كأدوات من شأنها استبدال الصعوبة التى تبرز من مواجهة معضلة بالارتياح الذى يشعر به المرء عند حل هذه المعضلة. (المترجم)

(\*\*) ستيفن واينبرج Steven Weinberg (١٩٢٢ - ...) فيزيائى أمريكى حصل عام ١٩٧٩ على جائزة نوبل مشاركة مع شيلدون لى جلاشو Sheldonlee Glashow وعبد السلام Abdus Salam لقيامهم بإنشاء نظرية تفسر الحقائق المعروفة عن الإلكتروديناميك والتفاعل الضعيف، وجعلت من الممكن التنبؤ بما يتحصل عن تجربة تصطدم فيها العناصر البدائية مع بعضها البعض ومن ثم ينتج عن ذلك التفجير المطلوب. (المترجم)



الكواكب والفوتونات (مثل الفيزياء السابقة على أينشتاين) أو على أساس انحناء المكان والزمان (الجاذبية والكونية).

واينبرج والذرائعيون الآخرون كانوا مخطئين لأنه من المهم للفيزيائيين النظريين مثلى أن يصفوا الصور على رقائق الصور الفوتوغرافية لأن الدافع وراء إعداد المعادلات ودراسة النظريات هو الفهم الأكثر والأحسن للعالم (من المؤكد لى أن هذا هو نفس الدافع عند واينبرج وهو ليس مدفوعاً لذلك برغبة المجادلة فى أمر التنبؤ أو ألوان الطيف) وحتى لدى أية دعاوى عملية محضة فإن قوة الشرح هى العظمى أما قوة التنبؤ فهى قوة إضافية. إذا بدا ذلك مدهشاً، تخيل عالماً يعيش خارج الأرض ثم جاء لزيارة الأرض وأعطانا أكثر من تكنولوجيا غاية فى التقدم واستطاع هذا الوسيط الروحانى أن يهديننا باستطاعة التنبؤ بنتائج أى تجربة ممكنة دون أن يمدنا بأية تفسيرات أو شروح، بالنسبة للذرائعيين فإنه فى وجود هذا الوسيط الروحانى لن نكون بحاجة إلى مزيد من استخدام النظريات العلمية إلا كوسيلة للمتعة. ولكن هل هذا صحيح؟ كيف سنستخدم هذا الوسيط الروحانى عملياً أو فى التجربة؟ سوف يحتوى الوسيط على المعلومات اللازمة مثلاً لبناء سفينة فضاء تتحرك بين جاذبية الكواكب. ولكن كيف بالضبط سيساعدنا هذا فى بنائها بالفعل أو بناء وسيط روحانى من نفس النوع؟ أو حتى مجرد نوع أحسن من مصائد الفئران؟ الوسيط الروحانى يمكنه فقط التنبؤ بنتائج التجارب. ولذلك فإنه لكى يمكننا استخدام تلك السفينة الفضائية فإن من أول ما يجب أن نسأله للتجربة إذا ما أعطينا تصميم السفينة والتفاصيل المقترحة لاختبار الطيران، هو أن نخبرنا على أى نحو سيكون سلوك السفينة الطائرة خلال رحلتها. ولكن حتى لو تنبأت لنا بأن السفينة التى صممناها ستنفجر لدى إقلاعها فلن يمكنها إخبارنا عما يجب أن نفعله لتجنب مثل هذا الانفجار. ولعل ذلك يظل ممكناً التعامل معه وقبل هذا التعامل وقبل حتى أن نشرع فى تحسين التصميم بأى طريقة فلا بد لنا من فهم، من بين أشياء أخرى، كيف من المفترض أن تعمل سفينة الفضاء

هذه. وهذا فقط عندما تكون لدينا فرصة اكتشاف ما الذى يمكنه أن يحدث مثل هذا الانفجار لدى الإقلاع. التنبؤ - حتى لو كان تاماً أو تنبؤاً كونياً - ليس بديلاً عن الشرح والتفسير.

وبالمثل فإنه فى أى بحث علمى لن يمدنا الوسيط الروحانى ذاك بأية نظرية جديدة. إلى حين أن تكون لدينا واحدة بالفعل وفكرنا فى تجربة ما لاختبارها. هل من الممكن أن نسأله ما الذى يمكن حدوثه فيما لو أثمرت النظرية عن عدم تطابق مع تلك النظرية. وهكذا فإن الوسيط الروحانى لن يحل محل النظريات على الإطلاق، وإنما سيحل محل التجربة فقط وسيوفر علينا عناء إقامة المعامل والتسريع المتزايد للعناصر. وبدلاً من بناء نماذج سفن فضائية والمخاطرة بأرواح القادة الاختباريين لهذه السفن، فإنه يمكننا أن نقيم كل التجارب بقيادة يجلسون داخل سفنهم بنظام "الطيران التمثيلى" المحكوم السلوك مستعنيين بتنبؤات الوسيط الروحانى.

سيكون الوسيط الروحانى ذاك مفيداً فى مواقف عديدة إلا أن فائدته ستعتمد دائماً على قابلية البشر على حل العضلات العلمية بالطريقة التى يعرفونها على الأقل باستشارة نظرياتهم الشارحة. وحتى لن يحل محل كل عملية التجريب لأن قابليته للتنبؤ بنتائج تجربة معينة سوف تعتمد عملياً على سهولة وصف التجربة بدرجة من الدقة والصحة للوسيط حتى يتسنى له أن يعطينا تنبؤه بنفس المستوى وعلى نحو مفيد وذلك بالمقارنة مع إجراء التجربة فى الواقع. ربما يكون وصف بعض التجارب باستخدام اللغات التقليدية أكثر من غيرها إذ أنه من الناحية العملية فإن الكثير من التجارب معقد إلى درجة يصعب وصفها. ولذا فسيكون لدى الوسيط الروحانى نفس المزايا واللامزايا كئى مصدر آخر من مصادر المعلومات التجريبية ولن يكون مفيداً فقط إلا فى الحالات التى تكون استشارته أكثر إقناعاً لنا مما لو لجأنا إلى مصادر أخرى. ولنضع هذا المعنى بعبارات أخرى: هناك بالفعل وسيط آخر بالخارج هو العالم الفيزيائى. إنه يخبرنا بنتيجة أى تجربة ممكنة فيما لو وجهنا إليه السؤال باللغة

المناسبة (أعنى إذا قمنا بالتجربة فعلياً) ولو أنه فى بعض الحالات سيكون من غير الواقعى بالنسبة لنا الدخول إلى وصف التجربة كما هو مطلوب (أعنى بناء وتشغيل الأجهزة). ولكنه (الوسيط) لن يمدنا بأية شروح.

فى قليل من التطبيقات مثل الأرصاد الجوية سوف نرضى بوسيط روحانى تنبؤى محض تقريباً كما نرضى بوجود نظرية شارحة. وحتى هنا سيكون مفيداً ومباشراً فى حالة أن تكون تنبؤاته الجوية كاملة وتامة. عملياً فإن التنبؤ الجوى لا يكون تاماً أو كاملاً ولذلك فهم يضمّنون التنبؤات بشروح تفسر كيف للمتنبئين الجويين الوصول للنتائج التى ذكروها. الشروح هى التى من خلالها نستطيع الحكم على مصداقية التنبؤات واستنتاج مزيد منها تبعاً لاحتياجاتنا وموقعنا الجغرافى. على سبيل المثال فسيكون هناك فرق لو أن تنبؤات اليوم الجوية تخبرنى أن الغد ستزداد فيه الرياح بناء على توقع اقتراب منطقة ضغط جوى مرتفع، أو الاقتراب من أى إعصار ما . وسوف أكون أكثر حذراً مع هذه الحالة الأخيرة. نفس رجال الأرصاد الجوية يحتاجون لنظريات شارحة تفسر لهم الكثير حتى يتمكنوا من تخمين أى التقريبات أكثر أماناً فى العمليات الحسابية الممثلة (الجو المحاكى) فى الكمبيوتر، وأى الملاحظات الإضافية التى تسمح بالتنبؤات لكى تكون أكثر دقة فى التوقيت وفى صحتها هى ذاتها وهلم جرا.

وعلى هذا يكون التلخيص الأمثل للذرائعى عبر هذا الوسيط الروحانى المتخيل هو إخلاء النظرية العلمية من شروحاتها سوف يكون بالتأكيد ذا نفع محدود. ودعنا نكون شاكرين أن النظريات العلمية ليست كذلك وأن العلماء فى الواقع لا يعملون طبقاً لهذا المثال.

واحدة من الحالات القصوى للذرائعية تسمى الوضعية (أو الوضعية المنطقية) وتدعى أن العبارات التى لا تصف أو تتنبأ بالملاحظة ليست فقط خادعة وإنما أيضاً غير ذات معنى ولو أن هذه العبارة الأخيرة ذاتها بغير معنى، وفقاً لنفس المعيار الذى

تستخدمه، وبرغم ذلك فقد كانت هذه النظرية هي السائدة طوال النصف الأول من القرن العشرين وحتى أيامنا هذه فإن الذرائعية والوضعية لا تزال أفكارهما ذات قيمة، وواحد من الأسباب لأن تكون معقولة ولو ظاهرياً أنه ولو أن التنبؤ ليس هو غرض العلم إلا أنه يمثل واحدة من سمات المنهج العلمى. الأسلوب العلمى يفترض نظرية جديدة لشرح بعض مستويات الظاهرة ثم يقوم بإجراء تجربة اختبارية حاسمة، تجربة تتنبأ بالنظرية القديمة بقيمة ما لإحدى القياسات الناتجة عنها بينما تتنبأ النظرية الجديدة بنتيجة أخرى وعلى المرء حينئذ أن يلفظ النظرية التى يثبت أن نتائجها كانت خادعة. وهكذا فإن نتائج التجربة الحرجة أو الحاسمة تلك هى التى ستقرر أى النظريتين أحق بالتصديق بناء على مدى اتفاق التنبؤات الصادرة عن أى منها مع نتائج هذه التجربة وليس بشكل مباشر من خلال شروحات كل منهما. ذلك هو واحد من مصادر الالتباس فى أن النظرية العلمية ليست أكثر من تنبؤاتها. إلا أن الاختبارات التجريبية هى بأى مقياس العمليات الوحيدة المحك فى عملية نمو المعرفة العلمية. الأغلبية العظمى من النظريات العلمية التى تم رفضها كانت بسبب احتوائها على شروحات سيئة وليس لأنها لم تفلح تجريبياً. لقد رفضناها دون حتى الاعتناء باختبارها. وعلى سبيل المثال النظرية القائلة بأن تناول ما مقداره كيلو جرام من الحشائش يشفى من مرض البرد. هذه النظرية تمتلك تنبؤاً قابلاً لتجربة اختبارية: لو أن الناس حاولوا قبل هذا العلاج ووجدوه غير فعال فسوف يثبت أن النظرية زائفة. ولكنها لم تختبر وربما لن يحدث مستقبلاً ذلك لأنها لا تحوى أية شروح أو تفسيرات أو حتى كيف سيعمل هذا الشفاء المنتظر وعلى أى شىء سيكون. نحن نرفضها دفعة واحدة ونفترض خداعها. يوجد دائماً عديد من النظريات المشابهة الممكنة، متناغمة أو متساوقة مع الملاحظات القائمة، نقيم تنبؤات عنها دون أن يكون لدينا الوقت أو المصادر التى تمكننا من اختبارها جميعاً. إننا نختبر تلك النظريات الجديدة التى تبدو كأنها تعدنا بأشياء مشروحة أكثر مما تفعل تلك النظريات السائدة.

إن القول بأن التنبؤ هو غرض النظرية العلمية لهو من قبيل خلط الوسائل بالنهايات. إنه مثل القول بأن الغرض من سفينة الفضاء هو حرق الوقود لأن الواقع يقول أن حرق الوقود هو مجرد واحد من بين أشياء عديدة على السفينة أن تقوم بها لتحقيق غرضها وهو نقل الشحنة (أيا كانت) من نقطة في الفضاء إلى نقطة أخرى. اجتياز التجارب الاختبارية هو واحد من أشياء عديدة على النظرية أن تجريها لتحقيق الغرض الحقيقي للعلم ألا وهو شرح وتفسير العالم.

وكما قلت فإن الشرح يقدم لنا - على نحو لا يمكن تجنبه - فى مصطلحات جزئية أشياء لا نلاحظها مباشرة مثل الذرات والقوى، وما هو بداخل النجوم، ودورات المجرات المتعاقبة، وماضى وحاضر قوانين الطبيعة، وكلما تعمقت الشروح كانت بعيدة عن التجربة الآنية تبعاً للخواص المعينة التى تشير إليها. وليس وجود هذه الخواص من قبيل الخيال القصصى، على العكس من ذلك هى جزء من نسيج الحقيقة الفعلى.

عادة - ما يحمل التفسير فى طياته التنبؤ بشأئه، بالطبع عندما يكون شىء - من حيث المبدأ - قابلاً للتنبؤ به فسيكون الشرح الكامل عنه والمرضى متضمناً - من حيث المبدأ أيضاً - من بين أشياء أخرى هذا التنبؤ. ولكن عديداً من غير القابل للتنبؤ (فى ذاته أى من حيث جوهره) يمكن أيضاً أن يكون مشروحاً وقابلاً للفهم. على سبيل المثال لا يمكنك التنبؤ بما هى الأرقام التى ستتوقف عندها عجلة الروليت فى مباراة عادلة (غير متحيزة). ولكنك لو فهمت تصميم عجلة الروليت وكيف تقوم بالأداء فى مباريات عادلة، حينئذ سوف تتمكن من تفسير كيف أن التنبؤ بالأرقام هو من قبيل المستحيل. ولمرة ثانية فليس مجرد علمك بأن العجلة عادلة هو نفس الأمر كفهمك للذى يجعلها عادلة.

إنه الفهم وليس مجرد المعرفة (أو الوصف أو التنبؤ) وهو ما أناقشه. لأن الفهم يأتينا عبر نظريات شارحة، وبسبب العمومية التى قد تسم هذه النظريات، فإن تكاثر

وتوالد الحقائق المسجلة لا يجعلها عصية على فهم كل ما هو قابل للفهم. وبصرف النظر عن أن معظم الناس ربما يقولون - وهذا من تأثير ما كان يقال لى مما أسترجه عن طفولتى - ليس فقط أن كمية الحقائق المسجلة قد تزايدت إلى مستوى هائل ولكن الزيادة شملت أيضا عدد النظريات التى نفهم العالم من خلالها ومدى تعقيدها. ويقولون أيضا - تبعاً لذلك - أنه سواء كان ممكناً أو لا بالنسبة لأى شخص أن يفهم كل ما كان مفهوماً فى وقت ما فإن ذلك بالتاكيد من المستحيل الآن، وإن الاستحالة سوف تزداد أكثر وأكثر مع نمو المعرفة. ربما يبدو أنه مع كل مزيد من الوقت يُكتشف شرح جديد أو تقنية جديدة تُفصل أو تتصل بموضوع معين، نظرية أخرى تضاف للقائمة التى تلزم شخصاً يريد أن يتعلم ويفهم هذا الموضوع، وعندما يكون عدد تلك النظريات عن الموضوع هائلاً فإن فكرة التخصص تبرز حينئذ. علم الفيزياء على سبيل المثال قد انشق إلى علوم عديدة منها: الفيزياء الفلكية، الديناميكا الحرارية، فيزياء الجسيمات الأولية، نظرية المجال الكمى، وكثير غيرها كل منها مؤسس على إطار نظرى ثرى جداً لدرجة تساويه مع ثراء الفيزياء منذ مائة عام، بل وكثير منها قد تشعب بالفعل لمزيد من التخصص داخل التخصص. وكلما اكتشفنا المزيد كلما صعب تجنب انخراطنا فى عصر التخصص، وكلما بعد ذلك الزمن النائى القائم على الافتراضات حين كان شخص واحد يوصف بأنه يفهم فإن فهمه يتضمن كل ما كان مفهوما وقتئذ.

وفى مواجهة هذا النمو المتسارع والواسع لقائمة الطعام (إذا جاز التشبيه) والتى تشمل جميع النظريات المسجلة منذ بداية الجنس البشرى، فإن للمرء أن يشك فى أن أى أحد يمكنه أن يتذوق واحداً من كل أطباق القائمة على مدى عمره. على الرغم من أن هذا سبق أن كان ممكناً يوماً. فإن الشروح هى نوع غريب من الطعام وأى مقطع كبير منه ليس صعب البلع بالضرورة. إن نظرية جديدة قد تزيج أو تلغى أخرى سابقتها لأنها تحوز مزيداً من الشرح، وعليه تصبح النظرية القديمة فائضة عن الحاجة



بينما نصبح نحن أكثر فهما وفى حاجة أقل للدرس والتعلم عما كنا عليه من قبل. هذا ما حدث عندما ظهرت نظرية نيقولاس كوبر نيقوس(\*) Nicolous Copernicus عن دوران الأرض حول الشمس التى أزاحت النظام البطليموسى المعقد الذى وضع الأرض فى مركز الكون أو تكون النظرية الجديدة عبارة عن تبسيط لنظرية قائمة، مثلما جاءت الأعداد (ذات النظام العشرى) بديلا عن الأرقام الرومانية (النظرية هنا مفهومة ضمن كل ملاحظة تعالج عمليات معينة وعبارات وأفكار عن الأرقام أكثر بساطة من غيرها وبذلك كانت تحوى نظرية عن أى العلاقات بين الأرقام تكون ذات فائدة وممتعة).

أو أن النظرية الجديدة تصبح مجرد توحيد بين نظريتين قديمتين وتعطينا فهما أكثر مما لو استخدمنا كل نظرية منهما على حدة كما حدث عندما وحد ميشيل فاراداي(\*\*) Michael Faraday وجيمس كليرك ماكسويل(\*\*\*) James Clerk Maxwell نظريتي الكهرباء والمغناطيسية فى نظرية واحدة الكهرومغناطيسية. كثير من الشروح غير المباشرة فى أى موضوع تهدف إلى تنمية تقنية أو مفهوم أو لغة نستطيع من

---

(\*) نيقولادس كوبر نيقوس (١٧٤٣ - ١٨٤٣) Nicolaus Copericos فلكى بولندى، من أهم إسهاماته الاعتراض على نظام مركزية الأرض المنسوب إلى بطليموس، واستبداله بنظام مركزية الشمس الذى تسمى باسمه، الأمر الذى فتح الباب واسعا للعلم الحديث. (المترجم)

(\*\*) ميشيل فاراداي Michael Faraday (١٧٩١ - ١٨٦٧) فيزيائى وكيميائى إنجليزى ساهمت تجاربه بشدة فى الكهرباء والمغناطيسية، وفى عام ١٨٢١ اكتشف الموتر الكهربى وصنع موديلأ بدائيا له ثم طوره بعد ذلك بعد اقتناعه بالعلاقة المتبادلة بين الكهربائية والمغناطيسية (الكهرومغناطيسية)، كما أنتج أول دينامو ودرس العوازل الكهربائية، ومن أبرز مؤلفاته "معالجات كيماوية" وبحوث تجريبية فى الكهرباء وبحوث تجريدية فى الكيمياء والفيزياء وستة محاضرات فى التاريخ الكيميائى للشمعة وحل القوى المختلفة فى الطبيعة. (المترجم)

(\*\*\*) جيمس ماكسويل James Maxwell (١٨٣١ - ١٨٧٩) فيزيائى إسكتلندى، وقد أعد نظرية فى الكهرومغناطيسية، كما تسمى باسمه: حث التدفق المغناطيسى فى السنتيجرام ثانية، وقدم وهو فى سن ١٤ بحثا عن الانحناءات الإهليلجية، فضلا عن أنه أول من أنتج صورة ملونة، كما بحث فى الحلقات المحيطة بكوكب زحل وارتباطها بالميكانيكا والنظرية الدينامية للغازات. (المترجم)

خلالهم فهم موضوعات أخرى، وهكذا هي المعرفة بشكل عام بينما تزداد انتشاراً وتتكاثر فهي من حيث بنائها تصبح طيعة لأن تكون مفهومة.

من المسلم به، وهو ما يحدث عادة، أن النظريات القديمة عندما تصبح جزءاً من كل أكبر ضمن نظرية جديدة فإن تلك القديمة لا تهمل أو يتم نسيانها. حتى الأرقام الرومانية(\*) ما زالت تستخدم اليوم لأغراض معينة. الأساليب المعقدة التي كان يستخدمها الناس في الحساب مثل إيجاد أن حاصل ضرب XVII في XIX يساوي CCXXIII أي  $17 \times 19 = 323$  لم تعد من الأمور الجادة أو البارزة وإن كانت بلا شك لا تزال معلومة ومحفوظة في مكان ما، مثلاً لدى مؤرخي الرياضيات هل يعنى هذا أن المرء لا يستطيع فهم كل ما هو مفهوم دون معرفة للأرقام الرومانية وحسابهم الملمغز والعكس هو الصحيح. فإن أى رياضياتى معاصر لم يسبق له أن سمع بالأرقام الرومانية يمكنه أن يجرى بفهم كامل ما يتصل بها من عمليات رياضية. بل أن تعلمه ما يتعلق بالأرقام الرومانية لن يضيف إليه معرفة جديدة، إلا ربما بعض حقائق لها سمة تاريخية، حقائق عن خصائص بعض الرموز المعرفة تحكيمياً أكثر مما يجب أن يعرفه عن الأرقام نفسها. مثل أى عالم حيوان يتعلم كيف يترجم أسماء الأنواع إلى لغة أجنبية عنه، أو فلكى يتعلم كيف اختلفت حضارات مختلفة في ضم مجموعة من النجوم في أبراج.

إنه لأمر آخر أن تعرف - وجهة النظر التاريخية - كيفية الحساب بالأرقام الرومانية - افترض أى نظرية تاريخية ما - أو بعضاً من الشروح - تعتمد على تقنية الرومان في عملية "الضرب" (والأكثر على سبيل المثال، وكما تم حدسه، أن تقنياتهم في

---

(\*) الترقيم الرومانى نظام للأرقام ابتدعه روما القديمة مبنى على مجموعة من الرموز هي (1 = I) ، (5 = V) ، (10 = X) ، (1000 = M) ، (500 = D) ، (150 = C) ، (50 = L). وتكتب الأرقام بناء على قاعدتين الأولى أنه كان حرفاً أو أكثر مكتوباً. بعد حرفاً أكبر مباشرة تجمع الأرقام فالرقم XX يساوى ٢٠ والرقم XV يساوى ١٥ والرقم VI يساوى ٦، والقاعدة الثانية أنه إذا سبق رقم أصغر رقماً أكبر تطرح الأرقام فمثلاً IV يساوى ٤، (XL = 40) ، (CM = 900) (المراجع)

الأعمال الصحية المعتمدة على المواسير النحاسية قد تسببت في تسميم مياههم، وبالتالي ساهمت في تراجع الإمبراطورية الرومانية) وفي هذه الحالة سنحتاج لفهم هذه التقنيات من أجل فهم التاريخ. وأيضاً لفهم "كل ما هو مفهوم". أما في حالة عدم وجود تيار تاريخي يعتمد على عملية "الضرب" فإننا لن نفهم جيداً أو بشكل كامل، ولذا فإن تسجيلنا لهذه التقنية هو نوع من جعلها حقائق أثرية (من قبيل الآثار). "كل شيء مفهوم" يمكن فهمه بدون الحاجة لمثل هذه الحقائق. ربما ننظر إليها (المعلومات الأثرية) عندما نطالع ونحتاج لفك شفرة مخطوط قديم ترد به الإشارة إليهم.

واستمراراً في محاولة التمييز بين الفهم وبين مجرد المعرفة، أنا لا أرغب في فهم أهمية المعلومات المسجلة غير الشارحة. بالطبع هي ضرورية في كل ما يتعلق بإعادة إنتاج النظم الميكروسكوبية العضوية (التي فيها مثل هذا النوع من المعلومات في جزيئات الدنا DNA الخاصة بها) بالنسبة لأقصى تفكير بشري تجريدي. وهكذا ما الذي يميز الفهم عن مجرد المعرفة، ما هو الشرح أو التفسير في مواجهة مجرد عبارة عن حقيقة مثل وصف (صحيح) أو تنبؤ ما؟ من الناحية العملية فنحن عادة ما نستطيع التمييز بينهما بسهولة كافية. نحن نعرف عندما لا تفهم شيئاً حتى لو كان موصوفاً أو متنبأ به على نحو صحيح (مثل عملية وجود مرض معروف ولكن من غير المعروف أصله عضوياً، ثم نعرف عندما يساعدنا شرح ما على فهمه أكثر أو أحسن). ولكن من الصعب وضع تعريف محدد للشرح "أو" الفهم". على سبيل القول - مجرد القول - الشرح يتعلق بـ "لماذا؟" والفهم عن "ماذا؟"، أنها عن العمل الداخلي في الأشياء؛ عن كيف تكون الأشياء في حقيقتها وليس كما تبدو في ظاهرها؛ حول ما يجب أن تكون عليه وليس مجرد ما يحدث منها؛ حول قوانين الطبيعة أكثر من أن تكون حول قوانين تشير لهذه الطبيعة. إنها أيضاً حول جمال التماسك والتبسيط بالمقابل مع التحكمية والتعقيد حتى ولو أنه ليس سهلاً أيضاً تعريف ذلك. وعلى أية حال فإن الفهم هو واحد

من أهم وظائف العقل والمخ لدى البشر، ووظيفة أيضاً متفردة. وكثير من وظائف النظم الفيزيائية مثل أمخاخ الحيوانات والكمبيوترات والماكينات الأخرى يمكنها أن تستوعب الحقائق وأن تعمل عليها. ولكننا حالياً لا نعرف أى كائن قابل لفهم الشروح - أو راغباً فيه بالدرجة الأولى - سوى العقل البشرى. إن أى اكتشاف لأى شرح أو تفسير جديد، وكل عمل من شأنه جنى شرح قائم يعتمد على الخاصية الفريدة لدى البشر المتمثلة فى التفكير الإبداعي.

المراء يستطيع أن يرى ماذا يحدث للأرقام الرومانية عند تنزيل مستواها من نظرية شارحة إلى مجرد وصف للحقائق. مثل هذا التنزيل فى الدرجة يحدث دائماً عندما تنمو معارفنا. وبصفة مبدئية أو جذرية فإن النظام الرومانى للأعداد يشكل جزءاً من الإطار المفهومى والنظرى الذى من خلاله يفهم الناس العالم. أما الآن فإن الفهم المطلوب الحصول عليه فى هذا الاتجاه - فهم العالم - هو مجرد نتوء رفيع من الفهم المتعمق المتضمن فى النظريات الرياضية الحديثة، وبما تحويه من استخدام للرموز.

هذا من شأنه أن يوضح مساهمة أخرى للفهم. فمن الممكن أن تفهم شيئاً دون معرفة أن شخصاً آخر قد فهمه، أو حتى مجرد سمع به. قد يبدو هذا كما لو أنه متناقضاً، ولكن من حيث أقصى درجات العمق، فإن الشروح العامة تغطى المواقف غير المعتادة مثل تلك المعتادة بالفعل. إذا كنت رياضياتياً معاصراً تواجه الترقيم الرومانى لأول مرة ربما لا تميز لأول وهلة أنك بالفعل قد فهمته. سوف تحتاج فى البداية أن تتعلم نطاقه ثم تنظر إليه من منظور فهمك الحديث. ولكن بمجرد أن تفعل ذلك سوف تكون قابلاً فى استعادتك للأحداث - للتساؤل : "نعم، ليس هناك جديد وراء الحقائق فى هذا النظام الرومانى". وهذا يعنى القول بأن الترقيم الرومانى فى قاعدته المفسرة ليس أكثر من نظام عتيق تماماً.

وهذا يشبه قولى إننى أفهم كيف يؤثر انحناء المكان والزمان على حركة الكواكب حتى فى نظم شمسية لم أسمع عنها، وأنا هنا لا أدعى أننى يمكن دون أفكار مستجدة أن استدعى لعقلى أى شروح تفصيلات دوران أو تذبذب مدارات الكواكب. ما أعنيه أننى فهمت النظرية التى تحتوى كل هذه الشروح، ولهذا أستطيع أن أستنتج أيا منها طبقاً لمعطياتها عندما أحصل على معلومات عن أى كوكب معين. وعندما أفعل ذلك أستطيع القول - عند استرجاع ما حدث - "نعم أنا لا أرى فى حركة هذا الكوكب سوى مجرد حقائق لم يكن سبق شرحها فى النظرية النسبية العامة". إننا نفهم نسيج الحقيقة فقط بفهم النظريات التى تشرح ذلك. وطالما هى تشرح لنا أكثر مما ننتبه إليه على الفور يمكننا أن نفهم أكثر عما لم ننتبه لفهمه على التو.

أنا لا أعنى بقولى هذا أنه عند فهمنا للنظرية فإن ذلك يستتبع بالضرورة أننا فهمنا كل ما يمكن أن تشرحه. فمع النظريات المتعمقة للغاية فإن التعرف على أنها تشرح ظاهرة معينة يعنى فى حد ذاته اكتشاف له معناه يحتاج شرحاً مستقلاً. على سبيل المثال: أشباه النجوم هى مصادر مضيئة للغاية للإشعاعات فى مركز المجرات - والتى كانت لعديد من السنوات واحدة من ألغاز الفيزياء الفلكية. كان مُعتقداً فى إحدى المرات أن الفيزياء الحديثة تحتاج إلى شرح ذلك إلا أننا الآن نؤمن أنه تم شرحها من خلال النظرية النسبية العامة ونظريات أخرى كانت معروفة بالفعل قبل اكتشاف أشباه النجوم. نحن نعتقد أن أشباه النجوم تتكون من مادة ساخنة (ملتهبة) فى طريقها للتحويل إلى البقع السوداء (وهى نجوم انهارت على نفسها إلا أن مجال جاذبيتها مركّز لدرجة أن أى شىء لا يستطيع الإفلات منها). ولأن الوصول إلى هذه النتيجة تطلب أعواماً من البحث سواء على أساس الملاحظة أو على أساس التنظير فإننا الآن نعتقد أننا جنينا مقياساً لفهم أشباه النجوم ولا نظن أننا كنا نمتلك مثل هذا الفهم من قبل. وشرح أشباه النجوم، ولو من خلال النظريات القائمة، قد أعطانا فهماً جديداً عبقرياً. وبما أنه من الصعب تعريف ما هو الفهم فإنه من الصعب أيضاً تعريف الشروح كجزء

مساعدة من عملية أن يكون الشيء مفهوماً، وعندما يعتبر مصنفاً كجزء من نظرية أعمق. إنه من الصعب تعريفه ولكن ليس صعباً تمييزه. لأنه في الشرح بصفة عامة فإنه من الناحية العملية فإننا سنعرف ما هو جديد من الشروح حين نجدها. مرة أخرى يتعلق الفرق بالإبداعية. شرح حركة كوكب معين، حينما يكون المرء فاهماً الشرح العام للجاذبية، يصبح مهمة ميكانيكية حتى لو كانت مهمة معقدة. ولكن استخدام نظرية قائمة لحساب أشباه النجوم يتطلب تفكيراً إبداعياً. وهكذا لفهم كل شيء في الفيزياء الفلكية اليوم عليك أن تعرف نظرية أشباه النجوم بالتفصيل لكنك لن تحتاج لمعرفة المدار الخاص بأي كوكب معين.

وعليه فإن مخزوننا من النظريات المعروفة، أشبه بمكعبات الثلج المخزنة لدينا. مخزوننا من الحقائق المسجلة، كليهما لا يجعل البناء الكلى أكثر صعوبة مما كان عليه في مجال الفهم. لأنه بينما تصبح نظرياتنا الخاصة عديدة وأكثر تفصيلية فهي تستمر في أن تصبح أقل في الدرجة طالما تجاوزتها بما تحويه من فهم، النظريات الأكثر عمقاً وعمومية. وهذه الأخيرة تصبح أقل من حيث العدد ولكنها أكثر عمقا وأكثر عمومية. وأقصد بـ "أكثر عمومية" أن كلا منها يقول ما هو أكثر عن مستوى أعرض للحالة أكثر مما قالته فيما مضى النظريات المتميزة. وأعني بـ "أكثر عمقاً" أن كلا منها يشرح أكثر - بما يتيح فهما أكثر - عما احتوته أسلافها من النظريات مجتمعة.

منذ قرون مضت إذا كنت تحتاج إلى تشييد بناء كبير مثل كوبري أو كاتدرائية لا شك كنت لتستخدم في هذا معلّم بناء. وكان لا بد أن يعرف مثل هذا الرجل بعض المعلومات عما يحتاجه هذا البناء ليصبح قوياً ومستقراً بأقل ما يمكن من النفقات والجهد. ولم يكن قابلاً للتعبير عن الكثير من هذه المعلومات بلغة الرياضيات والفيزياء، كما نستطيع أن نفعل اليوم. وبدلاً من ذلك سوف يعتمد على مجموعة معقدة من الحدوسات "البديهيات"، والعادات، وقواعد البناء والتي تعلّمها جميعاً من معلمه السابق الذي تدرب على يديه وربما يضيف إليها بعضاً من تخميناته هو والمستندة إلى خبرته

العملية. ومع هذا فإن مثل هذه الحدوسات والعادات وقواعد العمل حتى فى النظريات ذات التأثير إما واضحة جلية أو غير ذلك والتى تشمل المعلومات والمعرفة عن الموضوع الذى نطلق عليه فى أيامنا هذه "الهندسة" و"الهندسة المعمارية". لقد كانت المعرفة التى تحتويها تلك النظريات والتى من أجلها كنا سنستخدم مثل هذا الرجل فقيرة للغاية وجديرة بالشفقة إذا ما قورنت مع ما نعرفه عن ذات الموضوع اليوم، وأيضاً ذات نطاق ضيق فى مجال القابلية للتطبيق. عندما يعجب الناس بعظمة الأبنية القديمة عادةً ما ينسون أن ما يرونه هو فقط الأبنية التى لم تزل قائمة. الأغلبية العظمى الهائلة من أبنية القرون الوسطى وما سبقها من قرون انهارت جميعها منذ أزمنة طويلة بل وبعضها سقط بعد بنائها بوقت قصير. لقد كان هكذا الأمر. ابتكارياً فى ميدان البناء. لقد كان معتقداً أو مضموناً أن الابتكارية تعنى المخاطرة المأساوية، ونادراً ما كان البناءون يحيدون عما أثبتته تقاليدهم طويلة الأمد وجعلته أكثر صلاحية. وبالمقارنة بأيامنا الحالية فمن النادر أن أى بناء - حتى ذلك الذى لا يشبه أى شىء سبق بنائه من قبل - يمكنه أن ينهار بسبب أخطاء فى التصميم. أى شىء كان "المعلم" القديم قد بناه فإن زملائه المحدثين يمكنهم بناء ما هو أحسن منه بمجهود بشرى أقل بكثير. بل يمكنهم بناء ما كان هو لا يتجاسر على الحلم به، مثل ناطحات السحاب ومحطات الفضاء. يمكنهم استخدام مواد لم يكن ليسمع بها مثل الألياف الزجاجية أو الأسمنت "المقوى" والتى كان سيستخدمها بصعوبة حتى لو أعطيت له. ذلك أن لديه فهماً ضئيلاً ومغلوطاً عن كيف تعمل هذه المواد.

الوصول لما عليه معرفتنا الجارية لم يبنى فقط على تراكم نظريات أكثر حول ذات الموضوع، كما كانت معارف "المعلم" القديم. إن معرفتنا الواضح منها وغير الواضح ليست فقط أكثر مما كان يعرف ولكن اختلفت من حيث بنائها أيضاً. وكما قلت فالنظريات الحديثة أقل فى العدد ولكنها أكثر عمقاً وأكثر عمومية. لأن كل حالة كان يواجهها ذاك "المعلم" أثناء قيامه بالبناء فى زمنه - قل مثلاً قراره بتقدير سمك حائط

ليتحمل قدرًا معينًا من الثقل عليه (قوة التحميل) وما شابه - فقد كانت لديه مجموعة حدوسات متوازنة وقواعد عمل ليسير عليها ولو استخدمت في أبنية حديثة فربما تكون حلولها لنفس الحالات خاطئة. اليوم المرء يستنتج مثل هذه الأشياء من نظرية لها من العمومية بما يمكن تطبيقها على حائط مهما كانت المادة المستخدمة في بنائه: فوق القمر، تحت الماء أو في أى مكان. لماذا هي عامة إلى هذا الحد ذلك أنها تقوم على شروح عميقة عن كيف تعمل المواد وكيف يعمل البناء. لكى تعثر على سمك الحائط المصنوع من مادة غير معتادة سوف تستخدم ذات النظرية شأن أى حائط آخر فقط أبدأ حساباتك بافتراض مجموعة حقائق مختلفة مستخدما العديد من القيم لمختلف المقاييس. على المرء أن يأخذ فى الاعتبار هذه الحقائق، مثل شدة (توتر) المادة وقوتها ومرونتها، إلا أن المرء لن يحتاج إلى فهم أكثر.

بالرغم من أنه لا مقارنة بما احتاجه البناء القديم من فهم عما يحتاجه المعمارى الحديث، فذاك هو السبب فى أن الأخير يُتطلب له تدريباً أطول وأكثر مشقة. إن نظرية تقليدية فى بحث يحره طالب ربما تكون أصعب فى الفهم عن كل ما كان لدى البناء القديم من قواعد العمل، وإن كانت النظريات الحديثة أقل عدداً إلا أن قوة شروحيها تمنحهم خواصاً أخرى مثل الجمال، المنطق الداخلى، إيجاد العلاقات بين الموضوعات المختلفة مما يجعل قدرتهم على التعلّم أكثر سهولة. بعضا من قواعد العمل القديمة تُعرف الآن على أنها خاطئة، وبعضها صحيح، أو قريبة من الصحة، ونحن نعرف لماذا هى كذلك. القليل منها لا يزال يستخدم. ولكن أيا منها لم يعد بعد مصدراً لفهم أيا ما كان عن كيف يقوم البناء.

بالطبع أنا لا أنكر أن التخصص يُعد تصحيحاً فى عديد من الموضوعات عبر تطور المعرفة والتي من بينها الهندسة المعمارية. إنها ليست عملية ذات اتجاه واحد، لأن التخصص يختفى بدوره: العجلات لم تعد تصنع أو تصمم من خلال حقوق مخترعها ولا تحرث الأرض عبر حقوق صاحب المحراث الأول أو تكتب الحروف من خلال



الخطاطين. ولو أنه مجرد دليل على أن الميل للتعميق والتوحيد اللذين وصفتهما ليس وحدهما فى العمل إنما التوسع يُرجى أيضاً فى نفس الوقت. أى أن أفكاراً جديدة دائماً لا تتسخ غيرها فقط، وإنما أيضاً تبسط وتوحد أفكاراً أخرى. وتمتد بالفهم البشرى إلى مناطق لم تكن قبلاً مفهومة على الإطلاق ولا كان وجودها ذاته يرد على أى فكر. هذه الأفكار تفتح فرصاً جديدة، ومعضلات جديدة، وتخصصات جديدة، وحين يحدث ذلك فإنها تعطينا - ولو بشكل مؤقت - المزيد لتعلمه كى نفهم الكل.

علم الطب ربما عادة ما يُظهر لنا حالة كثرة التخصص هذه بما تزداد فيه المعرفة التى تحتّمها العلاجات الأحسن ومحاولات شفاء المزيد من الأمراض التى تكتشف تباعاً. ولكن حتى فى مجال الطب - أى على عكس ما سبق - فإن الاتجاه للتوحيد أيضاً حاضر ويزداد قوة. أعترف أن وظائف عديدة للجسم لم يزل فهمها محدوداً، وكذا آلية الكثير من الأمراض. وتبعاً لذلك فثمة مناطق فى المعرفة الطبية لا تزال تحوى أساساً مجموعة من الحقائق المسجلة، ونفس الأمر بالنسبة لمهارات الأطباء وحدوسهم الذين لديهم الخبرة بأمراض معينة وعلاجات معينة، وهى الخبرات والحدوس التى تنتقل من جيل إلى الذى يليه. وبكلمات أخرى فإن جزء كبير من علم الطب لا يزال فى عصر "قائمة قواعد العمل"، وعندما تكتشف قواعد جديدة للعمل فهناك بالطبع باعناً للتخصص. إلا أن البحوث الطبية وبحوث الكيمياء الحيوية تأتينا بشروح أكثر عمقاً عن "عمليات الأمراض" و"العمليات الصحية" فى الجسد أى مزيد من الفهم. ثمة مفاهيم عامة تحل محل مفاهيم محددة فى العادة، تنطوى تحت السطح الظاهر للجسد فى بعض أجزائه، تصل تلك المفاهيم إلى الميكانيزم الجزيئى لأمراض غير متشابهة أو متباينة. بمجرد إمكان فهم مرض ما متموضعا فى إطار عام فإن قاعدة التخصص يقل شأنها هنا. وبدلاً من هذا يأتى الطبيب إلى مرض غير مألوف أو تعقيدات نادرة ليعتمد بشدة على النظريات الشارحة. إنهم يستطيعون ذلك بالأخذ فى الاعتبار الحقائق

المعروفة. ولكنهم بعد ذلك يكونون قابلين لاستخدام نظرية عامة فى العلاج المطلوب ويتوقعون أن تكون فعالة حتى ولو لم يسبق استخدامها من قبل.

وعلى هذا فإن عملية فهم كل ما هو مفهوم هل تصبح أصعب أم أسهل، مسألة تعتمد على التوازن العام بين أثرين متعارضين تبرزهما عملية نمو المعرفة: التوسع الزائد فى نظرياتنا، والمزيد من التعميق لها. التوسع يجعلها أصعب بينما التعميق يجعلها أسهل. واحدة من فرضيات هذا الكتاب أن التعميق يربح الجولة بالتاكيد ولكن ببطء. وبكلمات أخرى، فإن الاقتراح الذى رفضته أثناء طفولتى هو بالتاكيد خادع وبالتحديد فإن عكسه هو الصحيح. إننا لا نطمح إلى أن شخصا واحداً يمكنه فهم كل ما هو مفهوم ولكننا نسير فى هذا الاتجاه.

ليس معنى هذا أننا فى القريب سنتمكن من معرفة كل شىء فذاك موضوع آخر مختلف كلية. أنا لا أعتقد أننا الآن ولا فى المستقبل سنكون قريباً من هذا الفهم لكل شىء قائم. أنا فقط أناقش إمكانية فهم كل شىء ممكن فهمه والذى يعتمد على بناء معرفتنا أكثر مما يعتمد على محتوى هذه المعرفة. ولكن بالطبع فإن بناء معرفتنا - حيث توجد نظريات قابلة للتعبير عنها ومتناسبة مع بعضها البعض بحيث تؤدي إلى فهم عام - يعتمد على ما هو نسيج الحقيقة، على نحو عام. فإذا ما كانت المعرفة ماضية إلى نهاياتها - المفتوحة - وأننا متجهون إلى حالة أن فرد ما يمكنه فهم ما هو مفهوم فإن على عمق نظرياتنا أن يستمر فى النماء السريع كفاية لتصبح هذه الحالة ممكنة. وهذا يحدث فقط إذا أمكن تحقيق توحيد عالى المستوى لنسيج الحقيقة حيث يصبح مفهوماً أكثر وأكثر خلال نماء المعرفة. وإذا ما حدث هذا ستكون نظرياتنا عامة جداً وعميقة ومندمجة مع بعضها البعض وتصير - بشكل فعال - نظرية موحدة لنسيج الحقيقة. هذه النظرية ستظل غير شارحة لكل مظاهر الحقيقة قاطبة فهذا مما لا يمكن إحرازه. ولكنها ستحتوى كل الشروح المعروفة ويمكن استخدامها لكل نسيج الحقيقة

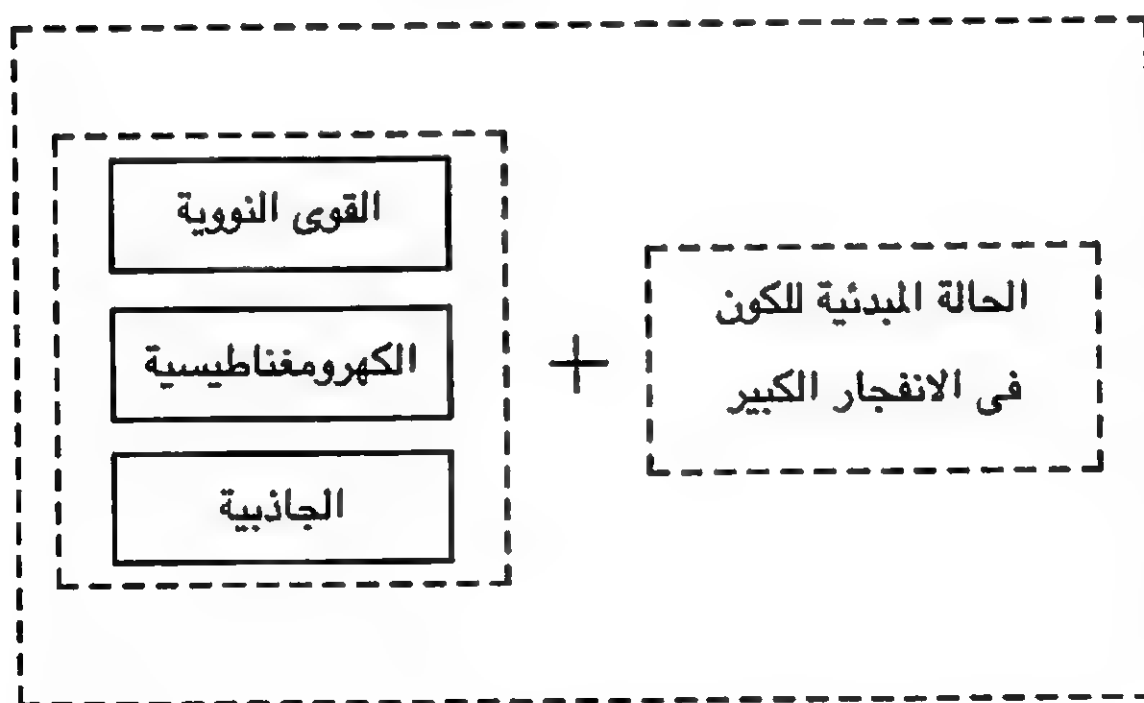
طالما أمكن فهمه. بينما كل النظريات السابقة يتعلق كل منها بموضوع معين فهذه ستكون نظرية كل الموضوعات: "نظرية كل شيء".

وبالطبع لن تكون هذه النظرية هي الأخيرة وإنما الأولى فقط. نحن فى العلم نكون دائماً متأكدين (ضامنين) أنه حتى أحسن نظرياتنا ليست تامة بالكامل وأن بها إشكاليات على نحو ما، كما نتوقع أن يتم إزاحتها من خلال نظريات أكثر صحة وأكثر عمقاً. ومثل هذا التطور لا يتوقف فى حالة اكتشاف نظرية عامة. وعلى سبيل المثال فقد أعطانا نيوتن أول نظرية عامة عن الجاذبية وميكانيكا موحدة أرضية وسماوية (وذلك من بين أشياء أخرى) إلا أن نظريته تلك تم إزاحتها عن مكانتها بواسطة النظرية العامة للنسبية لأينشتاين التى أضافت رابطة بين الهندسة التى اعتبرت رسمياً من قبيل الرياضيات وبين الفيزياء وعلى هذا النحو أمدتنا بشرح أعمق وأكثر دقة. أول نظرية عامة بالكامل والتى سأسمىها "نظرية كل شيء" مثلها مثل كل نظرياتنا قبلها وبعضها لن تكون صادقة بالكامل ولا غير متناهية العمق أى هى الأخرى سيتم إزاحتها، ولكن هذه الإزاحة لن تتم بتوحيدها مع نظريات عن موضوعات أخرى لأنها بالفعل ستكون نظرية كل الموضوعات. فى الماضى كانت بعض النقلات الكبيرة فى الفهم تأتى عبر توصيات كبرى أو عبر تغييرات بنائية فى الطريقة التى نفهم بها موضوع معين - مثلما كنا معتقدين بفكرة أن الأرض هى مركز الكون. بعد أول نظرية لكل شيء فلن تكون هناك توحيدات كبرى، كل المكتشفات الكبرى التالية لها ستأخذ شكل التغيرات فى الطريقة التى نفهم فيها العالم ككل، مجرد دورات فى وجهة نظرنا عن العالم. إحراز نظرية لكل شيء سوف يكون آخر توحيد كبير وفى نفس الوقت النقطة المفصلية نحو نظرة جديدة للعالم. وأنا أعتقد أننا الآن فى الطريق إلى ذلك. إن النظرة المشتركة للعالم هى الهدف الأساسى لهذا الكتاب.

لا بد أن أؤكد هنا وتوياً أننى لست أشير إلى مجرد "نظرية كل شيء" التى يأمل بعض فيزيائيو الجزيئات الأولية فى الوصول إليها قريباً. نظريتهم المأمولة تلك ستكون

لتوحيد القوى الأساسية المعروفة في الفيزياء وهي بالتحديد: الجاذبية والكهرومغناطيسية والقوتين النوويتين القوية والضعيفة. والتي أيضاً ستصف كل جسيم دون ذرى موجود مثل الإلكترون والبروتون والنيوترون: حجومه ودوراته المغزلية وشحنته الكهربائية وخواص أخرى كما تصف كيفية تفاعل هذه الجسيمات. إن إعطاء وصف محدد لكل نظام فيزيائي مغزلي سوف يعطينا - من حيث المبدأ - تنبؤاً عن سلوكه في المستقبل. حيث إن السلوك الفعلي لأي نظام لا يمكن التنبؤ به جوهرياً، فإن التنبؤ سيصف لنا كل السلوكيات الممكنة واحتمالاتها. التجربة العملية تقول لنا إن الحالة المبدئية لأي نظام يجذب انتباهنا عادة إلى ما لا نستطيع تأكيده على نحو دقيق جداً، وعلى أية حال فإن حسابات التنبؤ ستكون معقدة إلا في الحالات البسيطة. ومع ذلك فإن مثل هذه النظرية الموحدة للجزئيات أو القوى المجتمعة بالإضافة إلى تحديد الحالة الابتدائية للكون "الانفجار العظيم". سوف تشمل بالضرورة - من حيث المبدأ - كل المعلومات الضرورية للتنبؤ بكل شيء يمكن التنبؤ به.

(انظر شكل ١ - ١)



(شكل ١ - ١) تصور "غير واف" لنظرية كل شيء

ولكن التنبؤ ليس هو الشرح. النظرية المأمولة عن كل شيء حتى لو تم ضمها إلى الحالة المبدئية للكون سوف تعطينا - فى أحسن الأحوال - مجرد شريحة رقيقة من سطح نظرية حقيقية عن كل شيء. ربما نستطيع - من حيث المبدأ - التنبؤ بكل شيء، ولكن لا يمكن التوقع بأنها ستشرح لنا أكثر مما تفعله النظريات القائمة، فيما عدا قليل من الظواهر الدقيقة التى لا تكاد ترى بالعين المجردة للجزيئات دون الذرية وتفاعلاتها مثل التصادمات التى تحدث لها داخل المعجلات والتحويلات التى دخلت على هذه الأجسام الأولية خلال الانفجار الكبير. ما الذى يغرينا لاستخدام مصطلح "نظرية لكل شيء" لمثل هذا المجال الضيق من المعرفة، وإن كان مذهلاً؟ أعتقد أنه خطأ فى النظر لطبيعة العلم يستهجنها كثير من نقاد العلم بينما (للأسف) يوافق عليها عديد من العلماء تلك النظرة التى تصف العلم بأنه يتعلق بـ "التصغير". أى التذرع لشرح الأشياء بتصغيرها عبر تحليلها إلى محتوياتها الأصغر على سبيل المثال: مقاومة حائط ما للاحتراق أو الهدم يتم شرحها بالنظر إلى الحائط كتجمع كبير للتفاعلات بين جزيئاته. خواص هذه الجزيئات يتم شرحها هى ذاتها عبر ذراتها الأساسية والتفاعلات التى تتم بينها، وهكذا نزولاً إلى أصغر جزيء أو قوة أساسية. "التصغيريون" يعتقدون أن كل شرح علمى (وربما كل شرح عميق إلى درجة كافية) يجب أن ينحو هذا المنحى.

مفهوم التصغير يقودنا طبيعياً إلى تصعيدات طبقية (هرمية أو تراتبية) فى النظريات باعتبار مدى قربها من أدنى مستوى من النظريات التنبؤية المعروفة. فى هذه الطبقية يكون المنطق والرياضيات هما المحرك الأساسى الذى يبنى عليه صرح العلم أى أن الأحجار الأساسية (التأسيسية) لهذا الصرح سوف تكون نظرية تصغيرية(\*):

---

(\*) الإنقاص أو التصغير Reductionism وجهة نظر فلسفية تعنى أن وجود أى نوع هو تجمع من أشياء أصغر منه، وتجمعه فى الوجود على نحو بسيط أو كثير تبنى على أساس النوع أو التعبير الذى يدل =

نظرية كل شيء، نظرية كونية لما دون الذرات والقوى والزمان والمكان جميعاً مع نظرية عن الحالة الابتدائية للكون وكيف كانت. أما باقى الفيزياء فيشكل الطوابق الأولى. الفلك والكيمياء يكونان فى مستوى أعلى والبيولوجيا ربما أكثر علواً وهكذا. والصروح الأخرى الفرعية فى كثير من القمم ذات المستوى الأعلى والنامية بشدة هى مثل موضوعات الكيمياء العضوية والبيولوجيا ذاتها وعلم الجينات. بينما تتعثر فى اللحاق بالقمة أو ما يشبه السفر إلى الطبقة العليا من الغلاف الجوى موضوعات مثل: نظرية التطور، الاقتصاد، علم النفس وعلوم الحاسب والتي ستكون فى مثل هذه الصورة من غير المتخيل أنها مشتقة من غيرها.

فى الوقت الحالى لدينا تقدير تقريبي لنظرية كل شيء التصغيرية والتي فى مقدورها أن تتنبأ بدقة بقوانين حركة الجزيئات دون الذرية وهى منفردة وتستطيع كمبيوترات هذه الأيام من خلال هذه القوانين حساب حركة أى مجموعة منعزلة للجزيئات المتفاعلة بقدر من التفاصيل إذا علمنا ما كانت عليه حالتها الابتدائية. ولكن حتى قطعة صغيرة من أى مادة مرئية للعين المجردة تحتوى على تريليونات الذرات كل منها يتكون من مجموعة جزيئات تتفاعل باستمرار مع العالم الخارجى لها. وعليه فإنه من المتعذر التنبؤ بسلوكها جزيئاً بعد جزيئ (أعنى منفرداً عن الآخر) ولكن بإضافة القوانين المحددة للحركة مع برامج مختلفة متعددة يمكننا التنبؤ ببعض سمات سلوك أكبر لبعض الموضوعات الكبيرة فعلاً. مثلاً عند أى درجة حرارة ستذوب أو تغلى تركيبة كيميائية معينة. كثير من الكيميائيات "صغرت" إلى الفيزياء على هذا النحو. ولكن فى

---

= على هذه الوجودات الأساسية، والفكرة وراء هذا أن الأجسام الفيزيائية عبارة عن تجمعات من الذرات، كما أن الأفكار هى تجميعات لتأثيرات الحس، وكليهما تشكيلات للتصغير، وثمة مثلين على التصغير جاء به فلاسفة القرن الـ ٢٠: ١- الوضعية المنطقية والتي تقول بأن كل شيء يعبر عنه بعبارة تتضمن فى طياتها وسيلة التحقق منها "مبدأ التحقق". ٢- مناصرو وحدة العلم ذهبوا إلى أن الوجود النظرى لبعض العلوم كالبيولوجى وعلوم النفس يتم تعريفها فيه بمصطلحات العلوم الأساسية مثل الفيزياء وعبر قوانين هذه العلوم. (المترجم)

العلوم ذات المستوى الأعلى فإن برنامج التصغير هذا هو مسألة مبدأ فقط. لا أحد يتوقع بالفعل استنتاج مبادئ علم الأحياء أو علم النفس أو السياسة على نحو ما يتم في الفيزياء. والسبب أنه لا يمكن دراسة هذا المستوى من العلوم على هذا النحو لأنه في ظروف معينة نجد أن هناك سلوكيات مذهلة ومعقدة لعدد واسع من الجزيئات تسمح (تنحل إلى) بمعيار من التبسيط والقابلية للفهم. وهذا ما يسمى الانبثاق emergence: مستوى عال من الانبثاقات التي تند عن مستوى متضائل من التعقيد. الظواهر ذات المستوى العالي التي تحوز حقائق مفهومة وليست مستنتجة من نظريات ذات مستوى ضعيف تسمى "ظواهر انبثاقية" emergent phenomena. على سبيل المثال: ربما يكون الحائط قوياً لأن بناته خشوا أن أعدائهم قد يحاولون إسقاطه في طريقهم إليهم. هذا شرح من المستوى العالي لقوة الحائط، ليس مستنبطاً من شرح آخر من النوع الضعيف حتى لو كان السبب المطروح حتمى الطابع. استخدمت هنا "بناء" و"أعداء" و"خشية" و"محاولة" وهي جميعاً من قبيل "الظواهر الانبثاقية". الغرض من العلوم ذات المستوى العالي هو جعلنا قابلين لفهم هذه الظواهر والتي من بين أكثرها أهمية، كما سنرى، الحياة، التفكير، والحوسبة.

وبالمناسبة فإن على العكس من "التصغير" هناك "القدسية" وهي الفكرة القائلة بأن أى تفكير صحيح وشرعى هو ذلك الشرح الذى يرجع بالأشياء إلى نظم متعالية وهو نوع آخر أشد خطأ من "التصغير" والذى يتوقعه منا هؤلاء القدسيون أن نفعله؟ انظر إلى بحوثنا عن الأصل الجزيئى للأمراض؟ ماذا إذا رفضت أن البشر مصنوعون من جزيئات دون ذرية؟ أين تقع الشروح التصغيرية؟ أنها تأمل وتتفاعل شأنها شأن كل الشروح الأخرى، إذ العلم كله قابل للتصغير إلى علوم أقل فى المستوى، وعليه فإن المسيطر علينا نحن العلماء أن نعثر على هذه "التصغيرات" وذلك مثل أى اكتشاف لأية معارف أخرى.

"التصغيرى" يرى أن العلم ما هو إلا تحليل الأشياء إلى مكوناتها الأصغر. "الذرائعى" يرى أنه "التنبؤ" بالأشياء. وبالنسبة لكليهما فإن مسألة وجود علوم ذات مستوى على هي مسألة ملائمة. التعقيد يحول دون استخدام الفيزياء الأساسية لإجراء التنبؤات العالية المستوى، ولذلك فعوضاً عن ذلك فإننا نضمن ما ستكون عليه هذه التنبؤات إذا كنا قادرين على عملها - الانبثاقيات (التي أشرت إليها) تساعدنا فى إجراء ذلك بنجاح - ونفترض من ثم أنها ستكون موضوعاً للعلوم ذات المستوى العالى. هكذا الأمر بالنسبة "للتصغيرية" و"الذرائعية" الذين على السواء يرفضون البناء الحقيقى والغرض الفعلى للمعرفة العلمية، قاعدة التطبيقية التنبؤية تقوم بتعريف "نظرية كل شىء". وبالنسبة لأى امرئ آخر فإن المعرفة العلمية تحتوى على الشروح، وبناء أو تشكل الشروح لا يعكس التطبيقية التصغيرية. هناك شروح فى كل مستوى من التطبيقية. كثير منها استقلالى أى منفرد بنفسه ويشير فقط إلى مفاهيم هذا المستوى بعينه (مثال: الدب أكل العسل لأنه جوعان) الكثير من الاستنتاجات تذهب إلى عكس اتجاه الشرح التصغيرى. لأنهم لا يشرحون الأشياء على أنها مشتملة على ما هو أصغر وأبسط منها ولكن على أنها هى نفسها جزء مما هو أكبر منها وأكثر تعقيداً والتي رغم ذلك لدينا نظريات شارحة لها. على سبيل المثال: فلننظر إلى إحدى ذرات النحاس الواقعة على أرنبة أنف تمثال ونستون تشرشل Winston Churchill الموجود بميدان البرلمان. ودعنى أحاول أن أشرح لماذا أصبحت هذه الذرة موجودة فى هذا الموقع: السبب أن تشرشل خدم كرئيس للوزراء فى مجلس العموم بالقرب من المكان، ولأن أفكاره وزعامته ساهمت فى نصر الحلفاء فى الحرب العالمية الثانية، وأنه من التقاليد تكريم مثل هؤلاء الأشخاص بإقامة تماثيل لهم، ولأن البرونز هو معدن مألوف استخدامه فى ذلك والبرونز يدخل النحاس فى تركيبه.. الخ ... الخ .. هكذا نشرح ملاحظة فيزيائية فى مستوى منخفض (وجود ذرة نحاس فى موقع محدد) عبر نظريات عالية المستوى جداً عن الظواهر الانبثاقية مثل: "الأفكار" و"الزعامة" و"الحرب" و"التقاليد" وهى جميعاً من قبيل الظواهر الانبثاقية.



ليس هناك سبب - حتى من حيث المبدأ - لوجود أى شرح منخفض المستوى لوجود ذرة النحاس أكثر من السبب الذى أشرت إليه. افترض أن نظرية تصغيرية لكل شئ سوف تصنع لنا - من حيث المبدأ - تنبؤاً من مستوى منخفض عن احتمالية وجود هذا التمثال، بدلالة حالة النظام الشمسى (مثلاً) فى وقت قريب وأنها ستصف أيضاً - من حيث المبدأ - كيف من المحتمل أن التمثال أصبح هناك. ولكن هذا الوصف وهذا التنبؤ لن يشرح لنا شيئاً (فضلاً عن خشونة وصعوبة تطبيقه). ربما سيصفون المنحنى الذى تأخذه أى ذرة نحاس صادرة من النجم فى طريقها إلى "المصهر" بأتيلية النحات وهكذا ... ويمكنهم أيضاً أن يقرروا كيف أن هذا المنحنى قد تأثر بنضال هذه الذرة مع مثيلاتها المحيطات بها بما فيها أجساد رجال المناجم والنحاتين، وهكذا يتنبأون بوجود وشكل التمثال. فى الواقع فإن مثل هذا التنبؤ لا بد أن يشير إلى كل الذرات فى كل الكواكب، فضلاً عن التحركات المعقدة والصعبة التى نطلق عليها "الحرب العالمية الثانية" من بين أشياء أخرى. وحتى لو كانت لديك قدرة بشرية فائقة على تتبع هذا التنبؤ الطويل المدى الخاص بوجود ذرة النحاس هناك فلن تكون قادراً على أن تقول: "نعم. لقد فهمت الآن لماذا هى هناك" كل ما هناك هو مجرد معرفة أن وصولها إلى هناك بهذه الطريقة هو مما لا يمكن تجنبه (أو ما يشبه ذلك أو أيا ما يكون) عبر ما أعطيته من شكل مبدئى للذرات فضلاً عن قوانين الفيزياء. فإذا ما كنت ما زلت راغباً فى معرفة السبب فلم يزل عليك (دون خيارات) أن تخطو خطوة أخرى.

لا بد أن تبحث فى المظهر أو الشكل الذى تأخذه الذرات، وتلك المنحنيات التى يعطيها النزوع لتتموضع فى هذا الموقع. حتى هذا البحث سيكون من قبيل المهام الإبداعية شأنه شأن المكتشفات الأخرى دوماً. كأن تكتشف بأن مظهراً معيناً لبعض الذرات يدعم ويساند الظواهر الانبثاقية مثل "الزعامة" و"الحرب"، التى ترتبطان مع بعضهما عبر نظريات شارحة من المستوى الأعلى. وعندها فقط أى عندما تعرف تلك النظريات سوف تعرف لماذا أصبحت ذرة النحاس تلك فى موقعها ذاك.

بالنسبة لوجهة النظر "التصغيرية" للعالم فإن القوانين التى تحكم تفاعلات الجزيئات تحت الذرية تكون لها الأهمية العليا لأنها أساس للطبقية القائمة فى جميع المعارف. ولكن فى البناء الحقيقى للمعرفة العلمية، ولكل معارفنا بصفة عامة، فإن لهذه القوانين دور أكثر تواضعاً.

ما هو هذا الدور؟ يبدو لى أن أياً من النظريات المرشحة كى تكون "نظرية لكل شىء" هى التى لا تزال فى مرحلة تأمل المحتوى أكثر من أن تكون نظرية شارحة جديدة. ربما أكثر وأحدث مجالات الاقتراب لذلك هى نظرية "الأوتار الفائقة" التى تحتوى على أجسام ممتدة "الأوتار"، بدلا من الجسيمات الشبيهة بالنقط كلبنات لبناء المادة. ولكن أى اقتراب قائم حتى الآن لم يعطنا أى نوع جديد من الشروح أو التفسيرات. أعنى بالتوازي مع تفسيرات أينشتاين لقوى الجاذبية وانحناء الزمان والمكان. "نظرية كل شىء" تتوقع أن ترث فعليا بناء شروحاتها، ومفاهيمها الفيزيائية، ولغتها، وتشكلاتها الرياضية، وشكل شروحاتها من النظريات القائمة فعلا عن "المغناطيسية الكهربائية" و"القوى الذرية" و"الجاذبية". وعلى ذلك فعلى أن ننظر لتلك المعارف وراء النظرية المستجدة والتى نعرفها بالفعل من النظريات القائمة وذلك من أجل مساهمة الفيزياء التأسيسية فى مجال فهمنا الشامل والكلى.

ثمة نظريتان فى الفيزياء تعتبران أعمق من غيرهما. الأولى هى النظرية العامة للنسبية، التى كما قلت قبلا من أحسن ما لدينا عن الفضاء والمكان والزمان والجاذبية. والثانية هى نظرية الكم، وهى الأكثر عمقاً. وبين هاتين النظريتين (وليس هناك ما هو قائم فعلا أو يجرى العمل به أو مما يتصور فيما يتعلق بالجزيئات دون الذرية). يمكن أن يمدنا بشرح تفصيلى وإطار عام معتبر عما عبرت عنه نظريات الفيزياء الحديثة قاطبة، وما يمكن أن يشكل ما يشبه قوس السماء (يقصد سقفاً) للعمل المعنى لدرجة أن أى نظريات أخرى تكاد تتطابق معها وتطيع مبادئهما وافتراضاتهما. توحيد النظرية العامة للنسبية ونظرية الكم معا - ليعطينا نظرية جاذبية كمية - كان البحث

الأهم للفيزيائيين النظريين على مدى عقود زمنية مضت، كما كان ليشكل جزءاً من أى نظرية لكل شىء سواء بالمعنى الضيق للمصطلح أو المعنى الواسع له، وكما سنرى فى الفصل التالى فإن النظرية الكمية، مثلها مثل النسبية، قد أحدثت مزاجاً ثورياً فى مجال شرح الحقيقة الفيزيائية. والسبب فى أن النظرية الكمية أعمق من الأخرى يكمن خارج الفيزياء أكثر مما هو بداخلها. لأن فروعها وتشعباتها عريضة للغاية وتمتد إلى ما بعد الفيزياء وإلى ما هو أبعد من العلم نفسه كما هو مفهوم عنه عادة. النظرية الكمية هى واحدة مما سأسميه "الأربعة خيوط الرئيسية" التى تشكل فهمنا السائد لنسيج الحقيقة ومما يتكون.

وقبل أن أذكر الخيوط الثلاثة الأخرى، فإنه يجدر أن أشير إلى إحدى الطرق التى تفشل "التصغيرية" فى تقديم بناء المعرفة العلمية بها. ليس فقط فى افتراضها أن أى شرح لا بد أن يحتوى على تحليل أى نظام إلى نظم أصغر وأبسط منه، وإنما أيضاً لافتراضها أن أى شروح هى وقائع متأخرة بالمقارنة مع ما يمكن وصفه بوقائع مبكرة، وبمعنى آخر، أن الطريقة الوحيدة لشرح أى شىء هى الإقرار بأسبابه. وهذا يعنى أنه كلما شرحنا شيئاً على أساس حالته الابتدائية أى حالته الباكرة، كلما كان شرحاً أفضل، حتى أن أحسن شرح نهائى لكل شىء يجب أن يكمن فى عبارات وصف الحالة الابتدائية للكون.

إن "نظرية كل شىء"، التى تستبعد أو تقصى أى تخصيص للحالة الابتدائية للكون، لا تمثل وصفاً كاملاً للحقيقة الفيزيائية لأنها لا تمدنا إلا بقوانين الحركة، وهذه القوانين بذاتها لا تصنع سوى تنبؤات مشروطة. أى أنها لا تقرر لنا مستويات ما يحدث، وإنما ما الذى سيحدث فى وقت معين دون ما سيحدث فى وقت آخر. فقط إذا كان هناك وصفاً كاملاً للحالة الابتدائية فإنه يمكن من حيث المبدأ استنتاج وصف كامل للحقيقة الفيزيائية. النظريات الكوزمولوجية (نظريات نشأة الكون) السائدة لا تمدنا بتصنيف كامل للحالة الابتدائية، حتى من حيث المبدأ ولكنها تقول أن الكون كان فى

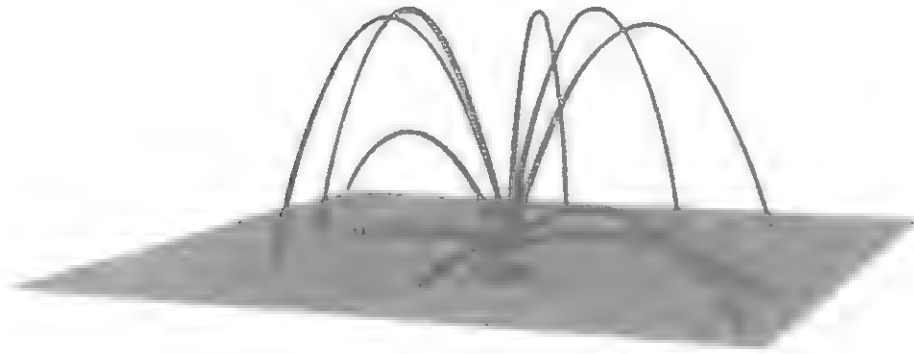
البداية صغيراً جداً وحاراً جداً ومتجانساً جداً من حيث البناء. ونحن نعرف أيضاً أنه لا يمكن أنه كان متجانساً بدرجة من التمام لأنه طبقاً للنظرية ذاتها سيكون متعذراً تفسير هذا التوزيع للمجرات الذي نلاحظه الآن في السماء، التنوع(\*) المبدئي للكثافة والكتل النائية لا بد أنها توزعت بهذا الجمال بفعل تجمعات الجاذبية (ذلك أن المناطق النسبية للجاذبية أغوت المزيد من المادة لتصبح أكثر كثافة) التي لا بد أنها كانت ضئيلة جداً في البداية. ولكن ولو أنها كانت هكذا فهي ذات معنى عظيم في أى وصف تصغيري للحقيقة، لأن كل ما نراه حادثاً حولنا بدءاً من توزيع النجوم والمجرات حتى وجود تمثال من البرونز على كوكب الأرض - من وجهة نظر الفيزياء الأساسية. هو نتيجة لهذا التنوع (التغاير). إذا كان الوصف التصغيري لا يغطي إلا الملامح الكبرى لكوننا الملحوظ، فنحن إذن بحاجة لنظرية تحدد لنا كل التحولات الهامة المبدئية لعدم التجانس هذا.

دعني أحاول معاودة التساؤل بدون هذا الخط الانحرافي للتصغيرية. بالنسبة لأي نظام فيزيائي فإن قوانين الحركة تعطينا تنبؤات مشروطة وهي التي لا يمكن تجنبها فيما يتعلق بتاريخه هذا النظام (هذه المسألة مستقلة عن حدود التنبؤ التي وصفتها نظرية الكم التي سأشرحها في الفصل التالي). على سبيل المثال فإن قوانين الحركة هي التي تحكم مسار قذيفة منطلقة من مدفع ينتج عنها العديد من المنحنيات التي تصف هذا المسار، أو ارتفاع فوهة المدفع عندما وُجّه إلى الهدف وأطلقت منه القذيفة (شكل ١-٢) من الناحية الرياضية فإنه يمكن التعبير عن قوانين الحركة من خلال معادلات تسمى "معادلات الحركة". وهذه المعادلات تتضمن حلولاً مختلفة أى منها يصف كل منحنى ممكن. ولتحديد أى من تلك الحلول هو الذي يصف المنحنى الفعلي،

---

(\*) الاصطلاح العلمى لكلمة Variation هو "التغاير" ولكن ربما تكون هذه الكلمة الأخيرة ثقيلة الوقع (المراجع).

لا بد من أن نضيف بيانات أخرى بعضها عن الذى وقع فعلاً. واحدة من الطرق للوصول إلى هذا هو أن تحدد الحالة الابتدائية، وفى هذا المثال نعى إلى أى اتجاه كانت تشير إليه. ولكن هناك طرقاً أخرى على سبيل المثال فإنه يمكننا بالمثل تحديد الحالة النهائية أى الموضع والاتجاه الخاص بالطلقة وقت وصولها للأرض. أو أن نحدد أقصى نقطة وصل إليها المنحنى. لا يهم أى نوع أضفناه من المعلومات المساعدة طالما أنها تلتقط (أو تتجاوب) حلاً مناسباً من قوانين الحركة. التركيب بين أى معلومات ثانوية مع قوانين الحركة تكون مهمة لأى نظرية تصف كل ما حدث للقذيفة منذ إطلاقها وحتى اصطدامها بالأرض.



(شكل ١-٢)

بعض المنحنيات الممكنة لقذيفة أطلقتها بندقية. كل منها محكوم بقوانين الحركة. ولكن واحداً منها هو المنحنى الذى اتخذته القذيفة فعلاً.

وبالمثل فإن قوانين الحركة بالنسبة للفيزياء بصفة عامة يمكن أن تحوى عديداً من الحلول، كل منها يتواءم مع لحظة تاريخية مميزة. ولكى نستكمل الوصف يلزم أن نحدد اللحظة التاريخية التى وقع خلالها الأمر بالفعل، عن طريق إضافة مزيد من المعلومات

الإضافية الكافية لتسمح باستخدام واحد من الحلول التى تطرحها قوانين الحركة. وعلى الأقل ففى واحد من النماذج الكوزمولوجية فإن واحداً من وسائل إضافة مثل هذه المعلومات هو تحديد الحالة الابتدائية التى كان عليها الكون. أو بدلا عن ذلك يمكن تحديد الحالة النهائية للكون، أو أى حالة له فى أى وقت آخر، أو ربما تعطى بعض المعلومات عن الحالة الابتدائية وبعضها عن الحالة النهائية ومعلومات عن بعض الحالات بين الحالتين، أى تجميع لمعلومات كافية بهذا الشكل مع قوانين الحركة سوف تعطينا وصفا متكاملًا، كمبدأ، للحقيقة الفيزيائية.

بالنسبة لحالة الطلقة (القذيفة) التى سبق تحديدها فلنقل إن الحالة النهائية تؤدي بنا مباشرة إلى حساب الحالة الابتدائية والعكس بالعكس، حتى أنه لا فرق معين بين مختلف المناهج لتحديد المعلومات الثانوية. ولكن بالنسبة للكون فإن هذه الحسابات لا يمكن تعقبها. لقد قلت إننا خمنًا وجود التنبؤات البارزة فى الشروط المبدئية للكون من خلال ملاحظة التنبؤات فى يومنا هذا. إلا أن هذا يعد استثناء: لأن معظم معرفتنا عن المعلومات الثانوية الممكن إضافتها - من بين ما تحدد أنه وقع بالفعل - هى فى شكل نظريات ذات مستوى عال عن الظواهر "الابتنائية" وبالتالي - وطبقاً لتعريفها - ليست قابلة عملياً لشرحها بعبارات تستخدم فى وصف الحالة المبدئية. على سبيل المثال ففى معظم الحلول المتاحة فى معادلات الحركة لا توجد لدينا الحالة الابتدائية عن الخواص، ليسمح للحياة أن تظهر فيها أو أن تنشأ عنها. ولذلك فإن معرفتنا أن الحياة قد نشأت هو من قبيل المعلومات ذات المعنى المهم فى قائمة المعلومات الثانوية. ربما لا نعرف بالضبط ما هى الشروط المعينة والتفصيلية حول بناء أو نسيج الانفجار الكبير ولكن يمكننا أن نستخرج منه نتيجة مباشرة. على سبيل المثال فإن أقرب مقياس لعمر الأرض قد بُنى على أساس نظرية بيولوجية للتطور بالتناقض مع أكثر التفسيرات الفيزيائية لليوم. فقط "الإجحاف" التصغيرى هو الذى يشعُرنا أن هذا هو - إلى حد ما -

شكل أقل مصداقية للتسبيب، أو أنه فى عمومه ليس إلا نوعاً من التنظير التأسيسى عن الحالة الابتدائية أكثر منه ظهور للمامح الحقيقة.

وحتى فى مجال الفيزياء الأساسية فإن فكرة أن النظريات عن الحالة الابتدائية تشتمل على أعمق معلوماتنا هو تصور خاطئ. وأحد أسباب ذلك أن المنطق يستبعد إمكانية شرح أو تفسير الحالة الابتدائية نفسها - كيف كانت الحالة الابتدائية على ما كانت عليه - ولكننا نملك فى الواقع تفسيرات لأوجه عديدة للحالة الابتدائية. وعلى شكل أكثر عمومية فليست هناك نظرية للزمن يمكنها أن تشرح هذه الحالة بدلاً من أى شىء سابق لها؛ ونحن على الرغم من ذلك عندنا شرح عميق لطبيعة الزمن عبر النظرية العامة للنسبية، بل وأكثر منها من خلال النظرية الكمية، (انظر الفصل ١١).

ومن ثم فإن كثيراً من سمات أوصافنا وتنبؤاتنا وتفسيرات الحقيقة لا تحتمل إضافة صورة أو شبه صورة عن الحالة الابتدائية فضلاً عن قوانين الحركة التى تقودنا إليها "التصغيرية". ليس هناك سبب للنظر إلى نظريات المستوى العالى على أنها من مواطنى الدرجة الثانية بأى حال. نظرياتنا عن الجزيئات دون الذرية وحتى النظرية الكمية والنسبية، وبشكل لا محيص عنه لها ميزة الاتصال بالنظريات المتعلقة بالخواص المثبتة. ليس من بين هذه المناطق للمعرفة ما يمكن أن يُصنّف وحده ضمن نظرية منها. كل منها له توظيف منطقى للآخرى، لأنها خواص منبثقة من مجالات أو ميادين النظريات الأخرى. وفى الواقع فإن استخدام مصطلحات "المستوى العالى" و"المستوى الهابط" هو نوع من الاستخدام المغلوط. فلنقل مثلاً: علم البيولوجى (علم الحياة) وهو ذو مستوى عالٍ، قد انبثق كنتيجة لقوانين الفيزياء. ولكن منطقياً بعض قوانين الفيزياء هى إذن نتائج منبثقة عن البيولوجى. ويمكنها أيضاً أن تكون كحالة بين هذا وذاك القوانين التى تحكم الظواهر البيولوجية وتلك المنبثقة والتى من شأنها أن تحدد قوانين

الفيزياء الأساسية. وعلى أية حال فعندما يكون هناك اتصال بين نظريتين فإن المنطق لا يقرر لنا أى منهما التى نعتبرها محددة للأخرى سواء بصفة عامة أو جزئية. هذا يعتمد على العلاقات الشارحة بين النظريات. النظريات المفضلة فعلا ليست تلك التى تشير إلى أى مقياس مدرج عن الحجم أو التعقيد، أو تلك التى تصنف أو توضع عند أى مستوى معين فى الطباقية (التراتبية) التنبؤية - وإنما هى تلك التى تحوى التفسيرات الأعمق. نسيج الحقيقة لا يتضمن فقط الاستنتاجات التصغيرية مثل الفضاء والزمن والجسيمات تحت الذرية ولكن أيضاً الحياة والتفكير والحوسبة والأشياء الأخرى التى تشير إليها هذه التفسيرات والشروحات. والذى يجعل من أى نظرية أميل للتأسيسية عن أن تكون اشتقاقية ليس هو قربها من مستوى التنبؤ المفترض فى الفيزياء ولكن قربها من أعمق نظرياتنا التفسيرية.

ونظرية الكم واحدة من هؤلاء كما سبق أن قلت. ولكن الثلاثة الرئيسية الأخرى التى من خلالها نسعى لفهم نسيج الحقيقة جميعها من ذوات المستوى العالى من وجهة نظر الفيزياء الكمية. وهى نظرية التطور (بصفة أساسية تطور الأعضاء الحية)، ونظرية المعرفة، ونظرية الحوسبة (بشأن الكمبيوترات وما الذى تستطيع أن تفعله أو لا تفعله، من حيث المبدأ: الحساب). وكما سأوضح فإن مثل هذه العلاقات العميقة، والمتنوعة التى تم اكتشافها بين المبادئ الأساسية لهذه الموضوعات الأربعة المستقلة بوضوح والتى من الصعب بدونها الوصول لأحسن فهم لأى منها بلا فهم للثلاثة الأخرى. هذه الأربعة معاً. إذا أخذوا بشكل شرح محكم ومتسق - بما توصلنا إليه حتى الآن - فإنهم يوفرّون فهماً أكثر للعالم حولنا بما يتضمنونه من حقائق ومعارف، أى أنهم من وجهة نظرية يصلح أن نسميهم أول نظرية لكل شىء. وبهذه الطريقة نكون قد وصلنا إلى لحظة مميزة فى تاريخ الأفكار - اللحظة التى بدأ فيها مدى فهمنا يصبح كونياً بالكامل. لقد كان الأمر حتى الآن أننا نفهم بعض عناصر الحقيقة والتى ليست هى



الكل. فى المستقبل سوف يتعلق الأمر بفهم موحد للحقيقة: كل الشروح ستكون مفهومة فى مواجهة الستارة الخلفية للكونية، وكل فكرة جديدة سوف تتجه بطريقة تلقائية لإضاءة ليس فقط موضوعاً بعينه ولكن كل الموضوعات بشكل أكثر اتساعاً. القدر من الفهم الذى سنجنيه من هذا التوحيد الأخير سوف يضم ما هو أبعد كثيراً مما جنيناه مسبقاً.

لأننا سنرى أن الفيزياء وحدها هى التى وَحَّدت وفسرت هنا، وليس فقط العلم ولكن أيضاً سيتضمن الأمر الفلسفة والمنطق والرياضيات وعلم الأخلاق، والسياسة، وعلم الجمال، وربما كل ما نفهمه عادة ويحتمل أيضاً أن نفهم ما لم نفهمه بعد.

ما هى النتيجة إذن التى يمكن أن أقرها لشخصى منذ كنت صغيراً، رفض أن نمو المعرفة جعل العالم أقل فهماً. كنت لأوافق على ذلك، إلا أن تفكيرى الحالى أن هذا ليس هو الموضوع الأهم (إن واحد من نوعنا البشرى وما يفهمه يمكن فهمه أيضاً بمعرفة آخر من نفس النوع البشرى).

ولكن الأكثر أهمية هو هل نسيج الحقيقة موحد بالفعل ومفهوم. هناك سبب قوى لكونه كذلك. عندما كنت طفلاً كنت مجرد أعرف ذلك، أما الآن فأستطيع أن أفسر ذلك وأشرحه.

## اصطلاحات :

دراسة لطبيعة المعرفة والعمليات التي تنشئها.	نظرية المعرفة : Epistemology
(بصفة عامة) هي تقرير عن طبيعة الأشياء وأسبابها.	التفسير : Explanation
شكل متشدد من الذرائعية التي ترى أن كل العبارات غير التي تتصل بالوصف أو التنبؤ بالملاحظات ليست ذات معنى (هذه العبارة نفسها بغير معنى وفقاً لمعيارها ذاته).	الوضعية : Positivism
الشروح التي تعنى بالتصغير هي تلك التي تعمل من خلال تحليل الأشياء إلى محتوياتها الأصغر منها.	التصغير : Reductive
وجهة النظر التي تقرر أن الشروح العملية هي بطبيعتها (فطريا) عبارة عن تصغير بالمعنى السابق.	التصغيرية : Reductionism
الفكرة التي تقول إن التفسير الشرعي أو الصحيح هو الذي يعود بالأشياء إلى نظم متعالية، وهي ضد التصغيرية.	القدسية : Holism
ظاهرة الانبثاق (كالحياة والتفكير، والحوسبة) هي التي تدور حول حقائق يمكن فهمها وتفسيرها دون الرجوع إلى نظريات من مستوى أدنى ولكن يمكن إدراكها أو التنبؤ بها عبر نظريات المستوى العالي التي تشير مباشرة إلى تلك الظواهر.	الانبثاق : Emergence

## الخلاصة:

المعرفة العلمية شأنها شأن كل المعارف البشرية تشتمل مبدئياً على الشروح. الحقائق يمكن النظر إليها والتنبؤات تكون مهمة. فقط لكي تحكم التجارب الحرجة والاختبارات التي تميز بين النظريات المتنافسة التي بالفعل قد اجتازت اختبارات أثبتت جودتها كشروح ناجحة. وبما أن النظريات الأحدث تزيح ما قبلها فإن معرفتنا تصبح أعرض (لأن موضوعات جديدة قد استحدثت) وأيضاً أكثر عمقاً (لأن نظرياتنا الأساسية أصبحت تشرح أكثر واكتسبت مزيد من العمومية). العمق يتفوق ويفوز في السباق. لأننا لا ننطلق من حالة الشخص الذي يمكنه فهم كل ما هو مفهوم ولكن في اتجاه هذه الحالة. نظرياتنا الأكثر عمقاً قد تم دمجها مع بعضها البعض حتى أنه لا يمكن فهم أى منها منفردة دون الأخريات، كما لو كانوا نظرية واحدة موحدة لنسيج الحقيقة، لأن نسيج الحقيقة لا يحتوى فقط على أجزاء مصغرة مثل: الفضاء، والزمن، والجزيئات تحت الذرية ولكن أيضاً - وعلى سبيل المثال: الحياة، والفكر، والحوسبة. والأفرع الرئيسية الأربعة للشرح والتي يمكنها أن تنشئ أول نظرية لكل شيء هي:

الفيزياء الكمية: الفصول ٢، ٩، ١١، ١٢، ١٣، ١٤ .

نظرية المعرفة: الفصول ٣، ٤، ٧، ١٠، ١٣، ١٤ .

نظرية الحوسبة: الفصول ٥، ٦، ٩، ١٠، ١٣، ١٤ .

نظرية التطور: الفصول ٨، ١٣، ١٤ .

والفصل التالى سوف يكون حول أول أولئك الأربعة وأكثرهم أهمية وهو الفيزياء الكمية(\*).

---

(\*) ميكانيكا الكم Quantum mechanics فى القرن ١٨ أعتبر معظم الفيزيائيين أن قوانين نيوتن من المقدسات ولكن مع عشرينات القرن ٢٠ بدا أن فيزياء الإشعاعات تتحدى فيزياء نيوتن التى كانت تتعامل فى الأصل مع الأحجام الكبيرة ولا تنطبق على الأحجام متناهية الصغر، ومن ثم ظهرت ميكانيكا الكم التى يمكن التعبير عنها فى أبسط صورة ممكنة: إذا عرفنا مكان إلكترون بدقة أصبحت سرعته غير محددة إلا احتمالياً، وإذا عرفنا سرعته أصبح مكانه غير محدد إلا بالتقريب، ومن هنا يأتى المبدأ المركزى فى النظرية والمتمثل فى "اللايقين". (المترجم)

## الفصل الثانى

### الظلال



"ليس هناك ما هو أحسن، كما لم يعد هناك باباً مفتوحاً تستطيع الدخول منه للفلسفة الطبيعية، إلا من خلال الأخذ: بظاهرة الشمعة" في الاعتبار.

## ميشيل فاراداي

Michael Faraday

(في واحدة من بين مجموعة من ست محاضرات عن "التاريخ الكيميائي للشمعة")

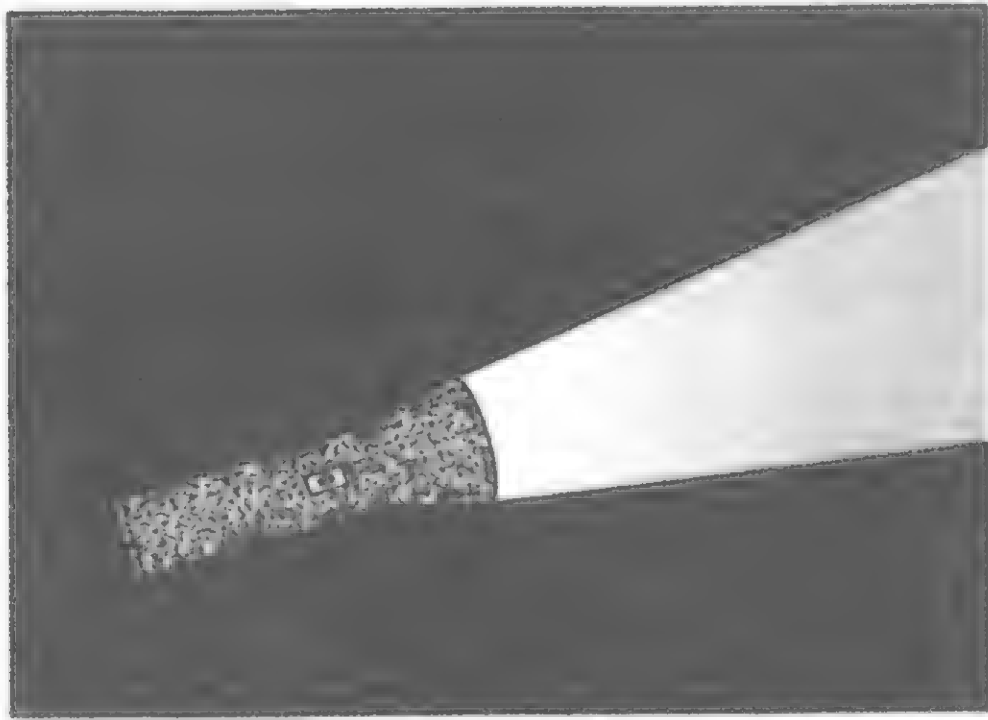
اعتاد ميشيل فاراداي عبر محاضراته المعروفة عن "العلم" في المعهد الملكي أن يحدث مستمعيه. في محاولتهم لتعلم شيء عن العالم - أن يأخذوا في اعتبارهم ما يحدث للشمعة وهي تذبل وتزوى. وبدلاً من ذلك فسوف أخذ في اعتباري هنا بطارية إضاءة كهربية أو مصدر للضوء الساطع Flashlight . وهو مناسب للغاية لأن التقنية التي تقوم عليها البطارية الكهربائية - قد تأسست على مكتشفات فاراداي.

وسوف أصف بعض التجارب التي توضح الظواهر التي تقع في مجرى الفيزياء الكمية. تجارب من هذا النوع والتي تعددت وتنوعت وأدخل عليها المزيد من التصحيحات كانت دوماً بمثابة الزبد والخبز (الغذاء الرئيسي) بالنسبة لعلم البصريات الكمي ولعديد من السنين. لم يكن ثمة جدل حول النتائج، ولو أنه - حتى في وقتنا الحالي - فثمة البعض منها لا يزال من الصعب تصديقه. والتجارب الأساسية تعتبر من وضوح البساطة بمكان فهي لا تحتاج أساساً لا إلى أدوات علمية متخصصة ولا معرفة كبيرة بالرياضيات أو الفيزياء، كل ما في الأمر هو إطلاق "الظلال" وتعقبها.

ولكن نموذج الضوء والظل الذي تطلقها بطارية مضيئة هو من الغرابة الشديدة بمكان أيضاً. عند أخذنا لهما بالجدية الواجبة والحذر فستجد لهما تفرعات أو تشعبات غير عادية. وشرح هذه التشعبات لا يستلزم فقط قوانين فيزيائية جديدة، ولكن مستوى جديد من الوصف والتفسير يذهب إلى ما بعد ما كان معروفاً من قبل على أنه "المدى"

الذى ذهب إليه العلم. وفي البداية فإنهما يكشفان عن وجود أكوان متوازية. كيف ذلك؟  
ما الذى يقدمه لنا هذا النمط المحسوس من الظلال؟

تخيل أن بطارية قد أضيئت فى غرفة مظلمة. سوف ينبعث شعاع ضوء من فوهة البطارية ليملأ جزءاً من الغرفة مخروطى الشكل، ولكى لا تصبح التجربة أكثر تعقيداً من خلال الضوء المنعكس، فإن حوائط الحجرة يجب أن تمتص الضوء بشكل كامل أى تكون سوداء قاتمة السواد. أو بدلا من ذلك - بما أننا فقط نتخيل هذه التجارب - فيمكننا تخيل حجرة ذات حجم فلكى بحيث لا يكون هناك وقت للضوء لكى يصل للحوائط ثم يرتد قبل أن تنتهى التجربة. شكل ٢ - ١ يوضح لنا الموقف. لكن سيكون الأمر مخادعاً إلى حد ما لو كنا نراقب البطارية من موقع يمكننا فيه أن نراها أو لا نراها، وبالطبع ضوءها. "المحجوب" أو "غير المنظور" هو واحدة من الخصائص المباشرة للضوء. نحن لا نرى الضوء إلا إذا دخل أعيننا (ولو أننا عادة نتحدث عن أننا نرى الأشياء فى مدى رؤيتنا طالما أنها تأثرت بالضوء).



(الشكل ٢-١) ضوء منبعث من بطارية (أو مصدر للضوء المتوهج)



نحن لا نرى الضوء وكأنه مجرد خيط يمر إلى جوارنا. إذا كان ثمة شيء يعكس الضوء أو مجرد قطرات مياه تبعثر الضياء، سوف نستطيع أن نرى موقعه. ولكن ليس هناك شيء من ذلك. كما أننا لا نلاحظ هذا الضوء من موقع خارج مصدره بحيث لا يصلنا - شخصياً - أيا منه. واستعراض صحيح لما يمكن أن نراه ستكون صورة مظلمة تماماً. لو كان هناك مصدراً ثانياً للضوء سوف يمكننا رؤية البطارية ذاتها. وليس ضوءها. حزم أشعة الضوء حتى أكثرها قوة التي يمكن أن نستولدها (من هذه الأخيرة) تمر من خلال بعضها البعض وكأن لا شيء هناك تماماً.

في شكل ٢ - ١ نجد الضوء أكثر قوة بالقرب من فوهة البطارية ولكن يقل توهجه ويزداد عتامة أكثر كلما انتشر ليضئ مساحات أكبر. بالنسبة لملاحظ بعيد عن حزم الضوء ويقف مستنداً خلف البطارية، سوف يبدو العاكس أصغر حتى يمكن رؤيته كنقطة واحدة، وأكثرها شحوباً. هل يمكن هذا؟ هل يمكن للضوء أن ينتشر مرة بعد مرة ويقل سمكه في كل مرة هكذا بلا حدود؟ الإجابة هي لا. على مسافة تقدر بحوالى ١٠,٠٠٠ كم من البطارية سيكون ضوءها خافتاً لدرجة عدم إمكانية رؤيته بالعين البشرية ولن يرى الملاحظ شيئاً هذا بالنسبة للكائن البشرى ولكن ماذا عن حيوان لديه حساسية رؤية أكثر منه. عيون الضفادع تتمتع بحساسية للرؤية تتضاعف عدة مرات عن البشر لدرجة أنها تحقق اختلافات واضحة في هذه التجربة لو كانت الضفدعة هي التي تقوم بالملاحظة، وظلت تتحرك مبتعدة عن البطارية فإن اللحظة التي ستفتقد فيها رؤية ضوء البطارية لن تجيء أبداً. وبدلاً من ذلك ستظل ترى ضوء البطارية ولكن بشكل مترجرج أو كومضات خاطفة. تلك الومضات ستبدو- وبشكل شاذ - وعلى فترات على أنها أطول في المدة كلما ابتعدت الضفدعة أكثر ولكن توهج الومضات ثم خبوها لن يقل وعلى بعد مائة مليون كم من البطارية سترى الضفدعة تقريباً ومضة واحدة في اليوم الواحد، ولكن سيظل توهج (وخبو) الومضة مثل ما كان عليه على أى مسافة كانت.

الضفادع لا يمكنها أن تخبرنا بما تراه. ولذا فإننا نستخدم في التجارب الحقيقية مكثف للضوء (كاشف للضوء أكثر حساسية من عيون الضفادع) ونضاعف حدة الضوء بإمراره عبر فلاتر مظلمة بدلاً من ملاحظته من على مسافة مائة مليون كم. المبدأ هو نفسه، وكذا النتيجة فلا إظلام واضح ولا شكل يتضح للعتامة، والضوء المنبعث من مصادر فردية يومض (يتوهج ثم يخبو) بشكل واحد مهما كانت عتامة الفلاتر المستخدمة. هذا الومض المترجرج يشير إلى أن هناك حدوداً لم نتتمكن من الوصول إليها في زيادة حدة الضوء (بجعله رقيقاً) في مجال انتشاره على التوازي وباستعارة مصطلحات صائغ المجوهرات فإنه يمكننا القول بأن الضوء "غير قابل للطرق" بلا نهاية. مثل الذهب فإن كمية صغيرة من الضوء يمكنها أن تنتشر عبر منطقة واسعة جداً، وأخيراً لو حاول المرء أن ينشرها أكثر فستصبح ثقيلة متلاطمة الكتل. حتى لو كان يمكننا منع ذرات الذهب من - ولو على نحو ما - التجمع على شكل كتل، ولكن هناك نقطة تقع وراء القدرة على تقسيمها يستحيل بعدها أن تبقى ذهباً على ما هي عليه. وعلى ذلك فإن الطريقة الوحيدة التي يستطيع بها المرء أن يصنع شريحة رقيقة من الذهب سمكها ذرة واحدة في الفضاء هي بعثتها أكثر وأكثر، مع وجود فراغات بين ذراتها. وعندما تبتعد الذرات عن وضعها بدرجة كافية فسوف يكون مخادعاً التفكير في أنها تشكل مسطحاً مستمراً. على سبيل المثال لو أن ذرة تبتعد بضع سنتيمترات عن جارتها فإن المرء يمكنه أن يمد يده عبر "الشريحة" دون أن يلمس أي ذهب على الإطلاق. وعلى غرار ذلك فإن هناك منتهى لتكتلات الضوء وهي "ذراته" التي نسميها "الفوتونات" Photon . كل ومضة تراها الضفدعة هي نتاج لاصطدام الفوتون بشبكية عينها. والذي يحدث عندما تخبو حزمة الضوء لا يرجع إلى أن الفوتونات نفسها قد خبت بدورها ولكنه يعني أنها تباعدت أكثر، وبمزيد من المساحات بين بعضها البعض (شكل ٢-٢). وكلما خبت الحزمة الضوئية بشدة كلما كان مخادعاً أن تسميها حزمة لأنها ليست مستمرة. وخلال الفترات البينية للومضات وهي

تتوهج وتخبو وحين لا ترى الضفدعة شيئاً فليس معنى ذلك أن الضوء الذى دخل عينها كان ضعيفاً ولكن لأنه لم يدخل عيونها أى ضوء على الإطلاق.

هذه الخاصية عن ظهور الحزم الضوئية فى أحجام منفردة هى التى تسمى "الكم" (جمع كمّ). واكتسبت "نظرية الكم" اسمها من هذه الخاصية، والتى تنسب إلى كل الكميات الفيزيائية القابلة للقياس وليست فقط بكميات الضوء أو كتلة ذهب التى يمكن تكميمها (قياس كميات منها) باعتبارها فى جوهرها مكونة من جسيمات، وهكذا فإن التعبير عن امتداد متصل، هو نوع من الخيال.



(شكل ٢-٢) الضفادع يمكنها أن ترى فوتونات منفردة.

وحتى بالنسبة لكمّ المسافات - مثلاً - بين ذرتين فإن فكرة مدى استمرارية المقادير هنا تصبح مثالية. ليس هناك قياس مستمر لأى كميات فى الفيزياء. دائماً هناك مؤثرات جديدة فى الفيزياء الكمية، وعملية "التكميم" تلك هى واحدة من المألوفات فيها، كما سنرى. وبمعنى ما تبقى هى المفتاح لكى شىء آخر، لأنه لو جرى تكميم كل شىء فكيف لأى كمية واحدة أن تتغير من قدر إلى آخر؟ وكيف لأى موضوع أن يتحرك

من مكان إلى غيره إذا لم تكن هناك مستويات لتدخلات دائمة تعترض طريقة؟ سوف أشرح في الفصل ٩ كيف يكون ذلك. ولكن دعني أطرح هذا السؤال جانباً الآن، ونقترب من البطارية حيث تبدو الحزمة الضوئية مستمرة لأنه يتدفق منها كل ثانية حوالى ١٠<sup>١٤</sup> (مائة تريليون) من الفوتونات لكل عين تتطلع فيها.

فى الحدود بين الضوء الباهر والظل المتكامل، هل ثمة منطقة "رمادية"؟ عادة ما تكون بالفعل كذلك كما تكون عريضة نسبياً وواحداً من بين أسباب ذلك يتوضح فى (الشكل ٢-٣). هناك منطقة مظلمة (umbra) حيث لا يمكن لشعاع الضوء أن يصل إليها. وثمة منطقة متوهجة وهى التى يمكنها استقبال شعاع الضوء وليس من مصدر آخر. ولأن هذا الشعاع ليس نقطة هندسية، ولكن له حجماً معيناً، فثمة منطقة واقعة بين منطقة التآلق ومنطقة الظلمة: وهى المنطقة التى يمكن أن تصلها أجزاء من نفس شعاع الضوء وليس من مصادر أخرى. ولو أن الملاحظ قام بالملاحظة من المنطقة الرمادية هذه فإنه سيرى فقط جزء من شعاع الضوء وأن الضوء فى هذه المنطقة أقل تآلقاً من المنطقة المتوهجة والمتألقة بالضوء.

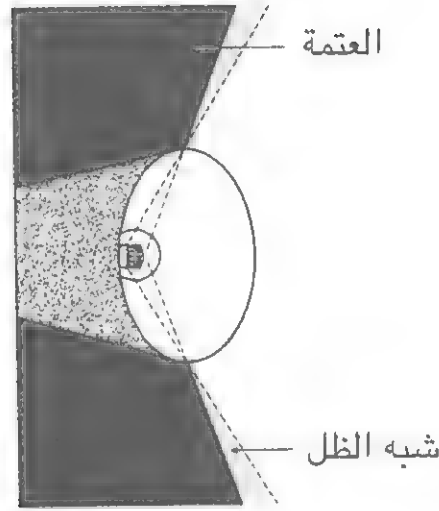
مهما كان حجم شعاع الضوء فليس لهذا الحجم وحده يرجع حدوث هذه المنطقة الرمادية. الضوء يتأثر فى كل الطرق الأخرى بأى عاكس يقع أمام المصباح، بالزجاج الموجود فى مقدمة البطارية، بأى شائبة أو عيب، وهكذا. ولهذا نتوقع نموذجاً معقداً للضوء والظل الناجم عن بطارية. ولكن المكونات المثالية للبطاريات ليست هى مقصدنا فى هذه التجارب. وراء سؤالنا عن ضوء البطارية يقع سؤال أكثر تأسيساً عن الضوء بصفة عامة: من حيث المبدأ هل هناك حدود لمدى حدة الظل (وبكلمات أخرى على أى حجم من الضيق يمكن أن تكون عليه منطقة شبه الظل)؟ على سبيل المثال لو أن البطارية مصنوعة من مادة تامة السواد (الظلمة) أى لا تعكس أى ضوء، ولو أن المرء

استخدم فتيلة (أى السلك الرفيع الذى يضئ بداخل اللبة) أصغر هل يمكن للمرء أن يصنع منطقة شبه ظل (المنطقة الرمادية) أضيق وأضيق هكذا بلا حدود؟

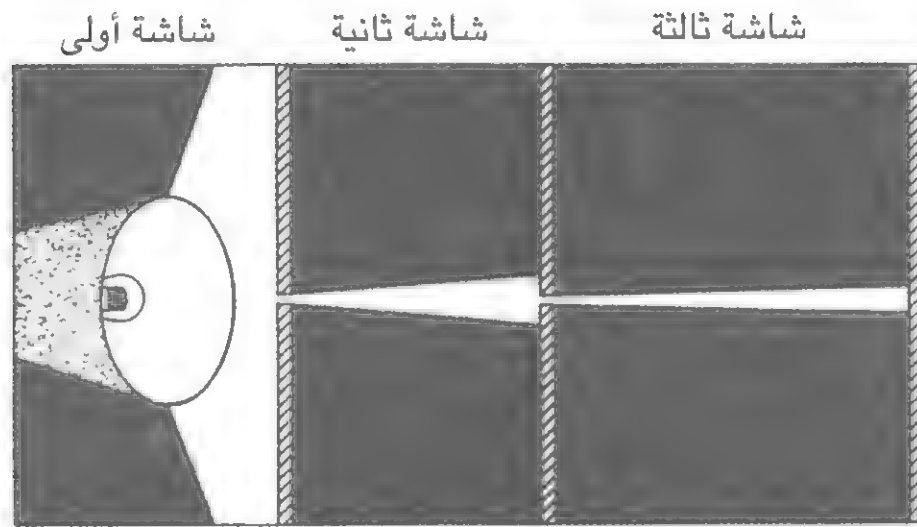
(شكل ٢-٣) يجعل الأمر يبدو وكأن ذلك ممكنا. لو أن الفتيلة بلا حجم فلن تكون هناك منطقة ظل. ولكن وقت قيامى برسم هذا الشكل فقد صنعت فرضاً معيناً بشأن الضوء وهو أنه يرتحل فى خط مستقيم. من تجربة الحياة اليومية نرى الأمر كذلك لأننا لا نستطيع رؤية كل الأركان الدائرية المحيطة بنا. ولكن فى التجارب الحذرة لا نشاهد الضوء مرتحلاً فى خط مستقيم على الدوام. تحت بعض الظروف يقوم الضوء بالانحناء.

من الصعب عرض ذلك من خلال البطارية وحدها لأنه من الصعب صنع فتيلة رفيعة جداً، وكذا سطوح بالغة (السواد) هذه الصعوبات العلمية هى التى تغلف الحدود التى تضعها الفيزياء الأساسية على "حدة" الظلال. من حسن الحظ فإنه يمكن عرض انحناء الضوء بطريقة أخرى. افترض أن ضوء البطارية يمر عبر ثقبين ناجحين وصغيرين عبر شاشة غير شفافة، كما يظهر فى شكل ٢-٤ وأن الضوء الذى يظهر منهما يسقط على شاشة ثالثة بعدهما.

سؤالنا الآن هو هذا: لو أن التجربة أعيدت من خلال ثقب أصغر ويفاصل أكبر بين الشاشة الأولى والشاشة الثانية هل يمكن للمرء أن يجد العتمة - المنطقة الكاملة الأظلام - أكثر قرباً وبلا حدود بالنسبة للخط المستقيم من الضوء العابر من مركزى الثقبين؟ هل يمكن للمنطقة المضيئة بين الشاشة الثانية والشاشة الثالثة أن تكون مخروطاً ضيقاً على نحو اعتباطى؟ وباستعارة لغة الصائغ هل نحن الآن نتساءل عن شئ مماثل عن مدى كون الضوء مطاوعاً (قابلاً للطرق فى لغة الصائغ)؟ ما مدى دقة شريحة الضوء آنذاك؟ الذهاب يمكن تحويله إلى رقائق سمكها واحد من الألف من المليمتر.



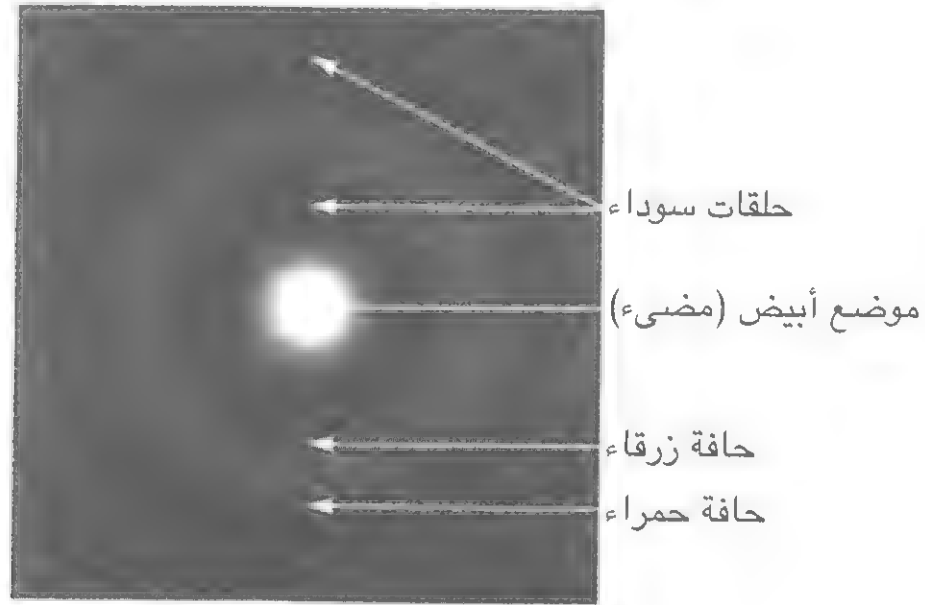
(شكل ٢-٣) العتمة وشبه الظل في مسألة الظلال.



(شكل ٢-٤) صنع حزمة ضوء ضيقة من خلال إمرار الضوء من ثقبين متتاليين

يبدو أن الضوء ليس في طوعية الذهب قبل أن نصل إلى جعل الثقوب تعادل جزءاً من عشرة آلاف من المليمتر بمراحل - في واقع الأمر بدءاً من ثقوب قطرها أكبر قليلاً من المليمتر نلاحظ أن الضوء بدأ في التمرد. إذ بدلا من مروره في خط مستقيم عبر الثقبين، إنه يرفض تلك الاستقامة وينتشر بعد كل ثقب منها. وفي انتشاره ذاك يتفرع في شكل تشعبات. وكلما كان الثقب أصغر كلما انتشر الضوء أكثر بدلا من

خطه المستقيم المفترض ويظهر لنا نموذج معقد أو عصي على التحليل من الضوء والظل. ولم نعد نرى منطقة مضيئة ومنطقة معتمة على الشاشة الثالثة وبينها منطقة شبه ظل لكننا نرى حلقات متمركزة من الإضاءة متعددة التخانات. هناك أيضاً اللون لأن الضوء يتألف من خليط من الفوتونات مختلفة الألوان، وكل لون ينتشر ومن ثم يتشعب في نماذج رفيعة مختلفة. (شكل ٢ - ٥) يوضح مشهداً نموذجياً لما نراه على الشاشة الثالثة عبر ضوء أبيض يمر من ثقبين في الشاشتين الأولى. تذكر أن لا شيء يحدث هنا غير أننا نتعقب الظل الذي سبق أن تعقبناه على الشاشة الثانية في (شكل ٢ - ٤) ولو أن الضوء يرحل في خط مستقيم فلن تكون هناك سوى نقطة بيضاء (أصغر كثيراً عن النقطة التوهجة المركزية في شكل ٢ - ٥) محاطة بدائرة ضيقة جداً من شبه الظل. وفي الخارج من ذلك ستكون هناك عتمة وإظلام كاملين.

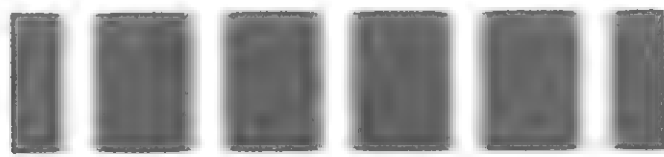


(شكل ٢-٥)

نموذج الضوء والظل اللذان يتشكلان بسبب ضوء أبيض  
يمر عبر ثقب مركزي مستدير

ولو أنه أمر محير فربما أن أشعة الضوء لا بد أنها تنحني عندما تمر من الثقوب الصغيرة، وربما لا تنحني، واعتقد بصفة أساسية أن ذلك يدفع للاضطراب. وفي حالتنا هذه فالذى يهمنا لغرضنا الحالى أن الضوء ينحني. وهذا يعنى أن الظلال عمومًا لا تحتاج إلى أن تكون خيالاً "سيلويت"، للأشياء التى تتعقبها. والأكثر من ذلك فإن هذا ليس فقط مسألة "ضبابية" أو عدم وضوح بسبب شبه الظل. فنحن نجد أن عائقًا به نمط معقد من الثقوب ينتج وجود ظل مختلف لنموذج مختلف تمامًا.

(شكل ٢-٦) يظهر لنا، بشكل تقريبي، حجمه الفعلى، نموذج الظلال يتعقب ثلاثة أمتار من زوج متوازي ومستقيم من الشقوق فى حاجز غير شفاف (لا ينفذ الضوء) الشقوق بعيدة عن بعضها. بمقدار  $1/5$  ملليمتر مضاءة بواسطة حزمة ضوئية متوازية نقية الاحمرار صادرة عن مصدر ليزرى على الجانب الآخر من الحائل. لماذا ضوء "ليزر" وليس ضوء البطارية؟ لأن الشكل الدقيق للظل يعتمد أيضاً على لون الضوء المتعقب، الضوء الأبيض الصادر عن بطارية يشمل خليطاً من كل الألوان المنظورة، وعلى هذا تتعاقب فيه ظلال أهدابها متعددة الألوان. ولذلك فإن فى التجارب حول الأشكال المحددة للظلال يكون من الأفضل استخدام ضوءاً له لون واحد. يمكننا وضع فلتر ملون (مثل شريحة زجاجية ملونة) أمام مقدمة البطارية حيث يمكن للون المضاهى للون الزجاج وحده أن يخترق الشريحة. هذا يمكن أن يساعد ولكن الفلاتر جميعها ليست على هذا النحو من التميز. وأفضل طريقة هى استخدام ضوء الليزر لأن الليزر يمكنه إطلاق اللون الذى نريده أو نختاره بدرجة من النقاء لا يسمح بها غيره.



(شكل ٢-٦)

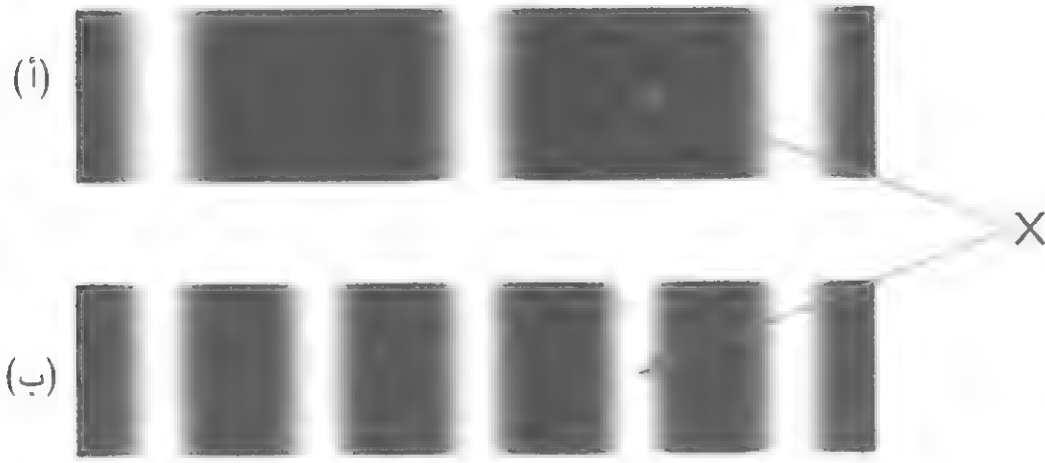
تعقب الظلال على حامل يشمل شقين متوازيين ومستقيمين.



إذا كان الضوء يرحل (أو يسافر) في خط مستقيم فإن النموذج في (شكل ٢-٦) سوف يتكون من زوج من الأحزمة الضوئية الباهرة مفترقة عن بعضها بمقدار  $1/5$  الملليمتر (أضيق من أن تميزها على هذا النحو من القياس) وبأحرف حادة ويظل باقي الشاشة في منطقة الظل. ولكن في الحقيقة الضوء ينحني لدرجة تشكيل حزم مضيئة وأخرى معتمة وبدون حواف حادة على الإطلاق. وإذا تحركت الشقوق بعيداً مع بقاء مصدر الضوء (الليزري) يتحرك النموذج بنفس قدر تحركها. وعلى هذا النحو - الواجب التقدير - فإن الظل هنا يسلك بنفس طريقته كظل في مقياس رسم أكبر. والآن ما الذي يمكن أن يحدث لو أننا أحدثنا شقين آخرين في الحاجز متماثلين تماماً مع زوج الشقوق الموجودة على أن يقعا بينهما بحيث يصبح لدينا أربعة شقوق بين كل منهما والأخرى حوالى  $1/10$  الملليمتر؟ ربما نتوقع أن يشبه النموذج تقريباً لشكل (٢ - ٦) وبعد كل شيء فإن الزوج الأول من الشقوق سوف يصنعان ظلاً كما في (الشكل ٢-٦)، وبعدها كما قلت توا، فإن الزوج الثانى من الشقوق سينتج عنه نفس النموذج ولكن فقط على مبعده  $1/20$  ملليمتر وتقريباً في نفس الموقع. نحن نعلم أن أشعة الضوء تخترق بعضها البعض بدون مؤثرات ولذلك فإن زوجى الشقوق يلزم أن يعطينا بالضرورة نفس النموذج مرة أخرى، وإن كانت في شكل حزم متلاطمة بدرجة أخف ولكن أكثر تألقاً (لدرجة الضعف).

هذا لا يحدث في الحقيقة، فالظل الفعلى الذى يظهر على حائل له أربعة شقوق مستقيمة ومتوازية يبرزه (الشكل ٢-٧ "أ")، والمقارنة فقد كررت أسفله نموذج الضوء الذى يمر من زوج من الشقوق (شكل ٢-٧ "ب"). من الواضح أن الخيال الناتج ليس تجمعاً من اثنين من الشقوق يحلان محل اثنين آخرين ينتجان الظل، لكنه نموذج جديد أكثر تعقيداً. وفي هذا النموذج توجد أماكن كتلك مشار إليها بحرف X والتي تكون مظلمة في نموذج الأربعة شروخ ولكن أكثر تألقاً في حالة الزوج الواحد. هذه الأماكن تكون متألقة في حالة وجود شرخين في الحائل ولكن بريقها يقل وتصبح أكثر عتمة

عندما نشق الشرخين الآخرين ليمر الضوء عبر الأربعة شروخ. فتح الشرخين الآخرين يتداخل مع الضوء الذي كان يصل قبلاً للنقطة X .



(شكل ٧ - ٢) تعقب الظلال على حامل يحوى : أ- أربعة ثقوب (شقوق)، و ب- ثقبين (شقين) متوازيين ومستقيمين.

إنّ فإن إضافة مصدرين جديدين للضوء يتسبب في إعتام النقطة X وإزاحة هذين المصدرين يجعل النقطة X متألقة من جديد كيف؟ المرء يمكنه تخيل زوج من الفوتونات متجهان للنقطة X ثم يرتدان معا كما في كرات البلياردو. كل واحد منها سوف يصطدم بالنقطة X ولكنها سيتداخلان معا بحيث ينتهى كل منهما في نقطة مختلفة. سوف أوضح حالاً أن هذا التفسير ليس صحيحاً. وأيا ما كان فإن الفكرة الأساسية غير قابلة للهرب منها. إن شيئاً آخر لا بد أنه تدخل لمنع الضوء الواصل عبر زوج الشروخ الأول عند مرور نفس الضوء عبر الأربعة شروخ معا من الوصول بنفس الدرجة عبر الشقين الأخيرين وذلك عند النقطة X . ولكن ماذا؟ يمكن أن نعثر على ذلك بإقامة مزيد من التجارب.

أولاً لا يظهر لنا نموذج الأربعة شروخ (شكل ٧ - ٢ "أ") إلا إذا كانت إضاءاتهم قادمة من مصدر ليزرى. فإذا كانا شقين فقط فالذى سيظهر لنا هو النموذج الخاص

بالشقين، وإذا كانوا ثلاثة شقوق مضاءة سيظهر نموذج الثلاثة والذي سيبدو مختلفا. وهكذا مهما كانت أشكال اعتراض الضوء القادم من مصدره الأصلي. نموذج الشقين يعود للظهور إذا ملأنا اثنين من الشقوق بشيء معتم (غير مُنفذ للضوء) وليس الأمر كذلك لو ملأناهما بما هو شفاف (منفذ للضوء). وبكلمات أخرى فإن جوهر التداخل يُعَوِّق بأي شيء من شأنه إعاقَة الضوء، حتى لو كان ضعيفا مثل الضباب. ولكنه يمكنه أن يخرق أى شيء يسمح للضوء بالمرور حتى ولو كان غير قابل لاختراق أى مادة له كالماس. ولو أن نظاما معقدا من المرايا والعدسات تم وضعه فى أى مكان أو أى موضع من الأجهزة، فإنه طالما تمكن الضوء من المرور عبر كل شق ليصل إلى نقطة معينة على الشاشة فإن الذى سنلاحظه عند هذه النقطة هو جزء من نموذج الشقوق الأربعة. وإذا كان الضوء عابرا لشقين فقط إلى نقطة معينة على الشاشة فالذى سنراه أو نلاحظه هو جزء من نموذج الشقين، وهكذا.

وعليه فإن أى شيء يسبب التداخل يسلك تماما سلوك الضوء. هذا ما نجده فى أى مكان على امتداد شعاع ضوء وليس خارجه أنه ينعكس أو ينتقل أو يغلق بسبب عاكس أو ناقل أو غالق.

ربما تعجب لماذا ألح وأجاهد فى هذه النقطة. بالتأكيد من الواضح أنه الضوء الذى عبره تتداخل فيه الفوتونات الخارجة من أى شق مع الفوتونات الصادرة من الشق الآخر. ولكن من حَقِّك أن تميل لشك فيما هو واضح بعد التجربة التالية التى تمثل حلا للغز المسلسل.

ما الذى نتوقع حدوثه لو أن هذه التجارب أُجريت كما لو أن فوتون واحد هو الذى يرتحل فى كل مرة على حدة؟ على سبيل المثال: افترض أن البطارية أمكن زحزحتها إلى مكان بعيد جدا لدرجة أن فوتون واحد هو الذى يسقط على الشاشة. ما الذى ستلاحظه "ضفدعتنا" عندما تجلس على الشاشة؟ إذا كان صحيحاً أن التداخل مع فوتون هو من فوتون آخر، إذن سيقول التداخل عندما تكون الفوتونات ضئيلة أو

متناثرة، أليس كذلك؟ إذ لا يمكن حصرها أو الإمساك بها عندما يمر فوتون واحد أمام الأجهزة فى أى وقت منفرد! ربما نتوقع أيضاً وجود شبه الظل، ما دام الفوتون قابلاً لتغيير مساره عندما يمر من الشق (ربما عندما يصطدم بلطف أسفل الحافة). ولكننا متأكدون أننا لن نجد أى موقع على الشاشة مثل X يمكنه استقبال الفوتون عندما يفتح شقان، ولكنه يصبح مظلماً عندما يفتح شقان آخران.

إن الذى سنلاحظه فعلاً أن نموذج الظلال سيبقى على ما هو عليه مهما كانت الفوتونات قليلة. حتى لو أجريت التجربة بفوتون واحد فى كل مرة، لن يصل أى منها إلى النقطة X عند فتح الشقوق الأربعة. فقط سنحتاج لخلق شقين منهم حتى تصل "الرجرجة" إلى X وتبدأ من جديد.

هل ينقسم الفوتون متخذاً صورة شظايا أشعاعية عند مروره بالشق فيغير مساره ثم يتحد ثانية؟ يمكننا أن نسيطر على هذه الإمكانية أيضاً. لو عدنا لإطلاق فوتون واحد عبر الجهاز ولكن مع استخدام أربعة كواشف واحد عند كل شق فلن يسجل أيهم أى شئ لأنه فى مثل هذه التجربة لن نلاحظ أبداً أن اثنين من الكواشف سيغلقان معاً مرة واحدة، ويمكننا القول بأن جوهر ما يكشفانه لم يتم قذفه.

وهكذا، لو أن الفوتونات لا تنقذف فى شكل أجزاء من أشعة ولم تنحرف بسبب فوتونات أخرى، ما الذى يحرفها إذن؟ عندما يمر فوتون واحد عبر الجهاز فى المرة الواحدة ما الذى سيمر أو يتداخل معه فى الشقوق الأخرى.

دعنا نعيد تثبيت ذلك: الذى وجدناه عندما يمر فوتون واحد عبر الجهاز:

- إنه يمر عبر واحد من الشقوق، وعندئذ يتداخل معه شئ ما، فينحرف نتيجة لذلك بطريقة تعتمد على ما إذا كانت الشقوق الأخرى مفتوحة.
- الكيان المتداخل مر عبر بعض الشقوق الأخرى.

● الكيان المتداخل يتصرف بنفس طريقة سلوك الفوتونات تماما... إلا أننا لا

نستطيع أن نراه.

سأبدأ الآن في تسمية الكيانات المتداخلة بالفوتونات، أنها حقاً كذلك ولو أنه في هذه اللحظة يبدو لنا أن الفوتونات نوعان: ساسميتها مؤقتاً فوتون واقعي ملموس، وآخر هو "ظل". الفوتون الواقعي هو الذى يمكننا رؤيته أو نستكشفه من خلال الآلات، بينما فوتونات "الظل" هي غير المدركة (غير المنظورة) ولا يمكن استكشافها بطريقة غير مباشرة فقط عبر تأثير تداخلها مع الفوتونات المدركة. (سنرى فيما بعد أنه لا يوجد فرق جوهري بين النوعين: كل فوتون يكون مدركاً في كون واحد ويصبح غير مدرك في الأكوان الموازية - هنا أنا استبق الأفكار). الذى استنتجناه حتى الآن هو أن كل فوتون مدرك تصاحبه بطانة من فوتونات "ظل"، وأنه كلما عبر فوتون من واحد من شقوقنا الأربعة فإن بعض من فوتونات "الظل" تمر من واحد من الشقوق الباقية، وبعض هذه الأخيرة يمر من الثلاثة جميعاً. وحيث أن تداخلات مختلفة تظهر عندما تفتح شقوقاً في أماكن أخرى على الشاشة، فضلاً عن الحزمة الضوئية هي نفسها، فإن فوتونات الظل لا بد أن تصل إلى الجزء المضىء من الشاشة عند وصول الفوتون المدرك إليها. وبما أن هناك فوتونات ظل أكثر من الفوتونات المدركة. كم عددها؟ التجارب لا تعطينا رقماً محدداً لها ولكنها فقط تقدم الحد الأدنى. ففي المعامل أقصى ما يمكننا أن نضيقه بواسطة الليزر تقدر مساحته بـ متر مربع واحد، وأقل شق يمكن السيطرة عليه ربما يكون حجة جزء من الألف من المليمتر. أى أن هناك حوالي ١٠<sup>١٢</sup> (تريليون واحد) من الثقوب الممكنة على الشاشة وبالتالي يكون هناك على الأقل تريليون فوتون ظل مصاحبه لكل فوتون مدرك.

وهكذا نكون استنتجنا أو استدللنا على شيء غامض ومدهش في تعقيده: عالم خفى من فوتونات الظل وهي ترتحل بنفس سرعة الضوء، وترتد أمام المرايا، وتتوقف أمام الحوائط المعتمة والفلتر ذات اللون الخطأ ولا تستثير حتى أكثر الكواشف حساسية.

والفوتون المدرك المصاحب لفوتون الظل هو الشيء الوحيد في الكون الذي يمكننا من ملاحظة تأثير هذا الأخير. ولولا هذا النوع من التجارب بما تعطيه من نماذج غريبة للظلال لظلت فوتونات الظل غير ملحوظة.

التداخل ليس خاصية تنفرد بها الفوتونات. لأن النظرية الكمية، وما تؤكده التجارب، تتنبأ بأن هذا يحدث مع كل العناصر. وهكذا فكل نيترون مدرك لا بد أن تصاحبه عصابة من نيترونات "الظل" وهكذا الإلكترونات وهلم جرا.. خلال تداخلها مع حركة المدرك منها مع نظيره غير المرئي.

وينتج عن هذا أن الحقيقة أكبر كثيرا مما تبدو عليه وبالذات بمعنى أن أكثرها غير منظور. ما نلاحظه ويمكن لآلاتنا ملاحظته هو مجرد قمة جبل الجليد.

الآن فإن العناصر المدركة لها خاصية تدفعنا لى نسميها بشكل جمعي، "الكون". هذا ببساطة هو تعريف هذه الخاصية باعتبارهم مدركين طالما أنهم يتفاعلون معا وبالتالي يمكن الكشف عنهم بواسطة أدواتنا وطالما كانت الأعضاء أو الأدوات تتشكل وتصنع من عناصر مدركة. وظاهرة التداخل ليست مقتطعة كلية من بقية الحقيقة (أى من جسيمات الظل) فلو كان الأمر كذلك لاكتشفنا أنه ليس هناك سوى العناصر المدركة. ولتبسيط أفضل يمكن أن نقول إنها تضم الكون كما نراه فى حياتنا اليومية من حولنا والكون أيضاً المشار إليه فى الفيزياء (ما قبل المرحلة الكمية) الكلاسيكية.

لأسباب مشابهة يمكننا أن نسمى العناصر "الظل" وبشكل كلى: الكون الموازى، لأنها تتأثر بالعناصر المدركة فقط من خلال ظاهرة التداخل. ولكننا يمكننا أن نفعل ما هو أفضل من ذلك. لأن عناصر الظل تلك يحدث أنها تستقطع فيما بينها تماما بنفس الطريقة التى تستقطع بها العناصر المدركة منهم. وبكلمات أخرى؛ أنهم لا يشكلون

كوناً موازياً متجانساً أكبر جداً من الكون المدرك بل عدداً كبيراً من أكوان موازية، كل منهم مشابه في التكوين للكون المدرك، ويطيع نفس قوانين الفيزياء، وتتنوع عناصره كما تتنوع مواضعها في كل كون.

وثمة ملاحظة خاصة بالمصطلحات فكلمة كون تستخدم عادة لتعني: كل الحقيقة الفيزيائية. وبهذا المعنى فلا يمكن أن يوجد سوى كون واحد. يمكن أن نتمسك بهذا التعريف ونقول أن الجوهر الذي اعتدنا تسميته الكون، اسمياً، هي المادة الممكن إدراكها والطاقة حولنا والفضاء المحيط – هي ليست كل الكون ولكن قطعة صغيرة منه. وعليه فيجب أن نخترع اسماً جديداً لهذه القطعة الصغيرة المدركة. إلا أن كثير من الفيزيائيين يفضلون الاستمرار في استخدام كلمة الكون لتدل على جوهر ما دلت عليه دوماً حتى ولو أن الكلمة تدل الآن على قطعة صغيرة من الحقيقة. كلمة جديدة متعددة الألوان لتدل على الحقيقة الفيزيائية ككل هي: "متعدد الأكوان multi verse".

تجارب التداخل لجسيم واحد مثل التي وصفناها هنا تطلعون على أن متعدد الأكوان موجود ويشتمل على نظائر لكل عنصر في الكون المدرك. وللوصول إلى النتيجة الأبعد بأن متعدد الأكوان ينقسم، ولو بطريقة جافة، إلى أكوان متوازية لا بد أن نعتبر أن ظاهرة التداخل تتعلق بأكثر من عنصر مدرك. وأبسط طريقة لذلك أن نسال، بطريقة التجربة الفكرية، ما الذي يحدث على المستوى الميكروسكوبي عندما تصطدم فوتونات الظل مع شيء معتم؟ نحن نعلم بالطبع أننا نستطيع الإمساك بظاهرة التداخل عندما يوضع حائل معتم في ممر فوتونات الظل. ولكن لماذا؟ ما الذي يوقفهم؟ يمكننا استبعاد الإجابة المباشرة أنها أمتصت في ذرات الحائل مثلما يحدث للفوتونات المدركة فنحن نعرف أولاً أن فوتونات الظل لا تتفاعل مع الذرات المدركة، وثانياً أنه يمكننا أن نعرف لقياس الذرات (بالتحديد بإحلال مكشاف في مكان الحائل)، أنها لا تستهلك طاقة ولا تغير حالتها بأي طريقة إلا إذا اصطدمت بها فوتونات مدركة ذلك أن فوتونات الظل لا تأثير لها.

ولنضع ذلك بطريقة أخرى فإن الفوتونات المدركة وفوتونات الظل تتأثران بطريقة متماثلة عندما يصلان لحائل ما ولكن الحائل نفسه لا يتأثر بنفس الطريقة بكل منهما. وأبعد ما يمكن قوله هنا إنه في الحقيقة لا تأثير البتة لفوتونات الظل. هذا هو ما نعرفه عن خاصية فوتونات الظل لأنه لو كانت هناك أى مادة لوحظ أنها تتأثر بها كانت هذه المادة ستستخدم ككاشف لفوتونات الظل هذه والظاهرة برمتها ولن تكون عملية التداخل كما وصفتها سابقاً.

وهكذا فإن كان هناك نوعاً من حائل الظل في نفس الموقع الذي يوجد به الحائل المدرك، ولن يأخذ منا فسحة ما من تخيل أن ذلك يشمل كون حائل الظل ذاك مكون من ذرات الظل التي عرفنا أنها لا بد من وجودها كي تناظر الذرات المدركة في الحائل هناك الكثير منها لكل ذرة مدركة بالطبع فإن الكثافة الكلية لذرات الظل في ضباب خفيف ستكون كافية لإيقاف سيارة إذا استطاعت التأثير عليها، دعنا إذن من الفوتون، وطالما وجدنا حوائل شفافة (منفذة للضوء) لها نفس درجة الشفافية لكلا النوعين "المدرك" و"الظل" فذلك يستتبع أنه ليس كل ذرات الظل المارة في طريق فوتونات الظل يمكن أن تكون مسئولة عن إيقافها أو سد طريقها. كل فوتون ظل يقابل نفس نوع الحائل الذي تقابله الفوتونات المدركة كما ستفعل الذرات المكونة له، والحائل يشتمل فقط على قطاع رفيع من كل ذرات الظل.

لنفس السبب كل ذرة ظل في الحامل يمكنها أن تتفاعل مع قطاع صغير من ذرات الظل القريبة منها وبالمثل تفعل الذرات المدركة منها والمشكلة للحائل. وهكذا.. كل المادة والعمليات الفيزيائية لها نفس البناء إذا كان الحائل المدرك هو عدسة عين الضفدعة فلا بد أن تكون هناك الكثير من عدسات الظل كل منها يمكنه أن يوقف فقط واحدة من نظائر الظل لكل فوتون. كل عدسة ظل تتفاعل فقط بقوة مع فوتونات الظل المتواصلة معها ومع ضفدعة الظل المتواصلة معها أيضاً.. وهكذا. وبكلمات أخرى العناصر تأخذ شكل تجمعات في الأكوان المتوازية. هذه الأكوان متوازية بمعنى أنه في كل كون منها



تتفاعل عناصره مع عناصر الآخر بنفس الطريقة التي تتفاعل به فى الكون المدرك، ولكن كل كون منها يؤثر فى الآخرين بدرجة طفيفة عبر ظاهرة التداخل.

وهكذا نكون قد وصلنا إلى نتيجة لسلسلة التسبيب التي بدأت بالأشكال الغريبة للظلال وانتهت بالأكوان المتوازية. كل خطوة أخذت شكل التدليل على أن سلوك الأشياء التي نلاحظها لا يمكن تفسيره إلا من خلال سلوك أشياء لا نلاحظها على الرغم من أنها موجودة وأن لها خصائص محددة، وفى القلب من المناقشة هنا يبدو أن تداخل جسيما وحيداً ينفى قطعياً وبشكل غير ملتبس أن الكون المدرك وحده هو الموجود حولنا. ليس هناك ثمة جدل حول حقيقة أن مثل ظاهرة التداخل تلك تحدث بالفعل. ولكن فكرة الأكوان المتعددة لا تشيع إلا بين قلة من الفيزيائيين. لماذا؟

الإجابة - للأسف - لا تعكس بالضبط وجهة نظر الأغلبية، ولدى الكثير لقوله عن ذلك فى الفصل ١٢، ولكن دعنى الآن أشير إلى أن المناقشة التي عرضتها فى هذا الفصل استهدفت هؤلاء الذين يبحثون عن التفسير. أما هؤلاء المكتفين بالتنبؤ والذين ليست لديهم رغبة فى فهم مخرجات التنبؤ التي أتت بها التجارب كيف جاءت وكيف تعمل، ربما يرغبون ببساطة فى إنكار وجود أى شىء خلاف ما وصفته بأنه خواص مدركة. بعض الناس كالذرائعيين والوضعيين يتخذون هذا المنحى من التفكير كمبدأ فلسفى. لقد سقت بالفعل ما أراه بالنسبة لهذه المبادئ، وأيضاً سبب ذلك. أناس آخرون يرفضون مجرد التفكير فى الأمر. وبعد هذا كله فهى نتيجة عظمى وأيضاً محيرة لدى سماعها لأول مرة ولكنى أعتقد أن هؤلاء الناس يرتكبون غلطة. لأننى أريد أن أدفع القراء - الذى يصبرون معى - إلى أن فهم العوامل المتعددة هو شرط أولى لفهم الحقيقة بأفضل ما يمكننا. مهما كان قول ذلك يشكل شيئاً مروعاً أو ضارياً للبحث عن الصدق، حتى لو كان غير متساغ عقلياً (ولو أننى أمل أن اتخذ هذا المسلك لو اضطررتنى الأمر). الأمر بالعكس لأن الخلوص بوجهة نظر عن العالم هو أمر متكامل وله معنى بكثير من الطرق عن أى وجهة نظر مسبقة عن العالم، وبالتأكيد أكثر من

مجرد النظرة الكلية (المتشككة فى الدوافع البشرية) البراجماتية التى عادة فى أيامنا هذه ما يُناب إليها أو يعتمد عليها العلماء فى تكوين وجهة نظر عن العالم.

لماذا لا يمكننا فقط أن نقول: هذه الفوتونات تبدو كما لو أنها تتفاعل مع كيانات غير متطورة، لماذا لا نتركها عند هذا الحد؟ ولماذا نضطر للذهاب لأبعد من ذلك، كما أن هذه الكيانات غير المتطورة موجودة بالفعل؟ هكذا يتساءل بعض الفيزيائيين. وثمة وجهة نظر غريبة على ما يجب أن تكون عليه الفكرة الأساسية إذ تقول: "هذا الفوتون المدرك حقيقى، أما فوتون الظل فهو غير ذلك أو بالكاد هو طريقة تسمح للفوتون الحقيقى أن يتصرف على نحو ما يمكنه أن يفعل ولكنه لا يفعل.

وهكذا فالنظرية الكمية هى حول التفاعلات بين ما هو "حقيقى" وما هو "ممكّن". وهذا على الأقل يبدو عميقاً على نحو ما. ولكن هؤلاء الذين يأخذون بأى من وجهات النظر هذه ومن بينهم بعض العلماء البارزين هم الذين يجب أن يعلموا كيف تتنوع وتتسع الهنات أو الزلات أو الانحرافات الفكرية فى هذه النقطة أو فى هذا "المامبوجامبو" Mum bo - Jumbo (نشاط معقد يقصد به التشويش والإدعاء بما هو غير حقيقى) حول ذات النقطة. لذا دعنا نحتفظ برؤوسنا باردة. الواقع المفتاح أو الحقيقة الدامغة هى أن الفوتون الفعلى المدرك يسلك طرُقاً مختلفة نتيجة لوجود أشياء فى الممرات المفتوحة أمامه فى مكان ما فى الأجهزة تسافر أو يرتحل فيها وفجأة يعترض طريق هذا الفوتون المدرك: شىء ما يسافر عبر هذه الممرات ورفض تسميته بأنه حقيقى هو مجرد لعب بالألفاظ. "الممكن" لا يمكن أن يتفاعل مع "الحقيقى": الكيانات غير الموجودة لا تسبب انحراف الكيانات الموجودة عن مسارها. إذا انحراف فوتون عن مساره فلا بد أن شيئاً قد تسبب فى هذا الانحراف. وهو الشىء الذى سمّيته "فوتون الظل". وإعطائه اسماً لا يعنى أنه حقيقى، ولا يمكن أن يكون صادقاً إلا فى واقعة فعلية مثل وصول وانحراف فوتون مدرك، وإلا لكان السبب فى ذلك واقعة متخيلة أو كائن نقول: "ما كان يمكن أن يفعله الفوتون ولكنه لم يفعل". إن ما يحدث فعلاً

هو الذى يتسبب فى أن شيئاً يحدث بالفعل. إن الحركات المعقدة لفوتونات الظل فى تجارب التداخل ليست إلا إمكانيات لما كانت قد حدثت بالفعل وإذن لما كانت ظاهرة التداخل لتقع بدورها .

السبب فى أن تأثيرات التداخل هى فى العادة ضعيفة ومن الصعب استكشافها يمكن وجوده فى قوانين ميكانيكا الكم التى تحكمها. وثمة نتيجتان متميزتان لهذه القوانين تتصل بهذا الأمر. الأول أن كل جسيم دون ذرى له ما يناظره فى الأكوان الأخرى وأنه يتداخل فقط مع أولئك اللاتى يناظرونه. إنه لا يتأثر مباشرة مع أى جسيمات أخرى فى تلك الأكوان. ولذلك فالتداخل لا يلاحظ إلا فقط فى أحوال تكون فيها ممرات الجسيمات وظلالها كما لو أنها تنفصل ومن ثم تنضم (كما لو أن الفوتون المدرك وفوتون الظل يكونان متجهين لنفس النقطة على الشاشة). حتى التوقيت لا بد أن يكون صحيحاً لو أن أحداً من الممرين يتسبب فى تأخر فوتون عن الآخر فإن ذلك ينتقص من التداخل أو يمنع حدوثه. والنتيجة الثانية أن استكشاف التداخل بين أى كونين يتطلب أن يقع تفاعلا بين كل الجسيمات التى يكون موضعها أو صفاتها الأخرى غير متطابقة فى الكونين. من الناحية العملية فإن هذا يعنى أن التداخل يكون قوياً بدرجة كافية لاستكشافه فقط بين الأكوان المتماثلة جداً. على سبيل المثال ففى كل التجارب التى وصفتها تختلف الأكوان المتداخلة فقط فى وضع فوتون واحد. إذا أثر فوتون على سير عناصر أخرى، وخاصة لو كان ملحوظاً، فإن هذه العناصر أو الملاحظ نفسه سوف يكونون مختلفين أيضاً فى الأكوان المختلفة. ولو الأمر كذلك فإنه يستتبع أن التداخل يتضمن أن الفوتون يصبح غير قابل للاستكشاف فى الواقع العملى لأن التفاعل الضرورى بين كل العناصر المتأثرة سيكون معقداً جداً لدرجة لا يسهل معها إدارته. لا بد أن أشير هنا أن الجملة المثالية لوصف هذه الحقيقة هى: "الملاحظة تهدم التداخل" عند صياغتها على هذا النحو تعتبر مخادعة لأسباب ثلاثة. أولها أنها تقترح نوعاً من التأثير النفسى التحليلى على الملاحظ اليقظ عن ظواهر

فيزيائية أساسية بينما لا يوجد مثل هذا التأثير. الثانى أن التداخل لم يُدمر أو يُهدم. إنه من الصعب كثيراً ملاحظته لأن هذه الملاحظة تتعلق بالتحكم فى السلوك المحدد لعناصر كثيرة أخرى. والثالث أنها ليست مجرد ملاحظة لكن أى تأثير للفوتون على ما يحيط به يعتمد على أى من المسارات سيسلكها فى ترحاله، فهذا ما يتسبب فى هذا التأثير.

لفائدة القارئ الذى ربما قد رأى استخدامات أخرى لميكانيكا الكم، فلا بد أن أقيم علاقة - وباختصار - بالمناقشة التى عرضتها فى هذا الفصل وبين الطريقة التى يقدم بها الموضوع عادة. ربما لأن التحدى بدأ بين الفيزيائيين النظريين لأن نقطة البداية فى عرض الموضوع هى النظرية الكمية ذاتها. أحدهم وضع النظرية على نحو حذر بقدر ما استطاع، وآخر حاول فهم ما تقوله لنا النظرية عن الحقيقة. ذلك هو الاقتراب الممكن إذا كان المرء راغباً فى فهم التفاصيل النهائية للظاهرة الكمية. ولكن بالنظر إلى أن الأمر يتعلق بكون واحد أو أكوان متعددة فهو اقتراب غير ضرورى فضلاً عن تعقيده. وهو السبب الذى جعلنى لا أتبعه فى هذا الفصل وحتى أننى لم أبرز أى من أساسيات أو دعاوى النظرية الكمية. لقد أوضحت فقط بعض الظواهر الفيزيائية ووصلت لبعض النتائج التى لا مهرب منها. ولو أن المرء بدأ من النظرية فثمة أمرين يؤكد عليهما الظل. الأول أن النظرية الكمية لا منافس لها فى قابليتها للتنبؤ بنتائج التجارب حتى لو استخدم أيهم معادلاتها - وهو مغمض العينين - دون التعويل كثيراً على ماذا تعنيه هذه المعادلات. والثانى أن النظرية الكمية تقول لنا شيئاً جديداً وغريباً أو عجباً حول طبيعة الحقيقة. الجدل هو فقط حول ما يعنيه ذلك. كان الفيزيائى هيو إيفريت(\*) Hugh Everett هو أول من فهم بوضوح (فى عام ١٩٥٧ أى بعد حوالى ثلاثين عاماً من صيرورة النظرية أساساً للفيزياء الجزيئية). إن النظرية الكمية تصف

---

(\*) هيو إيفريت Hugh Everett، اقترح عام ١٩٥٧ أنه عند قياس نظام ما، وعندما تكون الموجة وقتئذ خليطاً من حالات متعددة، فإن التماثلات الكونية فى عدد حتى من الأكوان غير المتفاعلة مع بعضها، تجعل نتائج القياس تحدث ولكن فى كون آخر. (المترجم)

تعدداً في الأكوان. منذئذ أصبحت المناقشة حول ما إذا كانت النظرية تقبل أى تأويلات أو تفسيرات أخرى (أو إعادة التأويل، أو إعادة التشكيل، أو إصلاحات لتعديلها.. إلخ..) حتى يمكن أن تصف كوناً واحداً ولكن تستمر تتنبأ بصحة عن مخرجات التجارب وبكلمات أخرى هل قبولنا بتنبؤات النظرية الكمية يجبرنا على قبول الأكوان المتوازية؟

يبدو لى أن هذا التساؤل وبالتالي كل التحدى الغالب فى هذا الأمر هو توجه خاطئ. معترفاً أنه من الصحيح والمناسب للفيزيائيين النظريين - وأنا منهم - أن يخلصوا فى بذل جهد كبير لفهم شكل بناء النظرية الكمية، على ألا يكون ذلك على حساب فقداننا للموضوع الأساسى الذى نتغيّاه وهو فهم الحقيقة. حتى لو كانت تنبؤات النظرية الكمية يمكنها - على نحو ما - ألا تشير إلا إلى كون واحد، فالفوتونات المنفردة ستظل حاضنة لفوتونات ظل بالطريقة التى وصفتها. وبدون معرفة أى شىء عن النظرية الكمية فإن المرء يمكنه أن يرى أن هذه الظلال لا يمكنها أن تكون نتيجة لتاريخ منفرد للفوتون وهو يرتحل من البطارية إلى عين الملاحظ. إنها تستعصى على أى تفسير فى كلمات من قبل أننا لا نرى سوى الفوتون فقط. أو أن كوناً واحداً هو الذى نراه. ولذلك إذا وجدت أحسن نظرية متاحة للفيزياء وكانت لا تشير إلى أكوان متوازية فمعنى هذا أننا بحاجة إلى نظرية أفضل منها تشير إلى أكوان متوازية حتى تفسر لنا ما نراه.

إذن هل يجبرنا قبول تنبؤات النظرية الكمية على قبول وجود الأكوان المتعددة؟ ليس الأمر كذلك فى قول كهذا. يمكننا أن نعيد تفسير أى نظرية على طريقة الذرائعيين دون حاجة لأن تجبرنا على أى شىء عن الحقيقة. ولكن هذا خارج الموضوع. وكما قلت توا أننا لسنا بحاجة لنظريات متعمقة لتحديثنا بشىء عن وجود الأكوان المتوازية فظاهرة التداخل لجسيم واحد تخبرنا بذلك. ما نحتاجه هو نظريات عميقة لتفسر لنا وتتنبأ عن مثل هذه الظاهرة. لتقول لنا على أى شكل تكون عليه هذه الأكوان الأخرى،

وأى قوانين هي التي تطيعها، وكيف يؤثر كل منها على الآخر، وكيف يتناسب كل هذا مع الأساس النظرى للموضوعات الأخرى؟ وهذا ما تفعله النظرية الكمية. النظرية الكمية عن الأكوان المتوازية ليست هي المشكلة وإنما هي الحل. إنها ليست مثيرة للمشاكل وليست تفسيراً محتملاً يبرز من بين اعتبارات نظرية ملغزة. إنها التفسير الوحيد الممكن الدفاع عنه عن حقيقة العناصر المتناظرة والملاحظة.

حتى هذا الحد كنت قد استخدمت مصطلحا - بصفة مؤقتة - يقترح أن أحدا من الأكوان المتوازية يختلف عن الآخرين بكونه "مُدركاً" حان الوقت للفصل بين هذه الحلقة الأخيرة وبين النظرة الكلاسيكية عن مفهوم الكون الواحد عن الحقيقة. دعنا نعود لضفدعنا. لقد رأينا فى قصة هذه الضفدعة التي تحلق عن بعد من البطارية لعدة أيام فى المرة الواحدة منتظرة للومض الذى يصلها بمعدل مرة فى اليوم، ليست هى كل القصة، لأنه لا بد من أن هناك ضفادع ظل فى أكوان الظل التي توجد فى مقابل الكون المدرك، وتنتظر أيضاً وصول الفوتونات. افترض أن ضفدعنا مدربة على أن تقفز كلما رأت وميضاً. فى بداية التجربة فإن الضفدعة المدركة سيكون لديها مجموعات كبيرة من ضفادع الظل. كلها مبدئياً متشابهة ولكن بعد ذلك بقليل لن تكون كذلك. إذ إنه من المستبعد أن ترى أى فوتوناً على الفور. ولكن الحدث النادر فى أى كون واحد. يصبح من قبيل الأحداث العادية إذا نظرنا إلى جميع الأكوان ، وهكذا فى لحظة ما فى مكان ما من متعدد الأكوان ثمة أكوان قليلة يكون فيها أحد الفوتونات بالصدفة مصطدماً بعدسة عين ضفدعه فى هذا الكون. وهذه الضفدعة تقفز.

لماذا تقفز الضفدعة بالضبط؟ لأن فى هذا الكون التي هى فيه تطيع قوانين الفيزياء كما تفعل الضفدعة المدركة، وعدسة عينها "الظل" قد اصطدم بها أحد فوتونات "الظل" الذى تخص هذا الكون. واحد من جزئيات حساسية الضوء "الظل" فى شبكية العين "الظل" هذه قد استجاب من خلال عمليات كيميائية فى هذه العين "الظل" والتي

بناءً عليها استجاب العصب البصرى فيها. ونقل الرسالة إلى مخ الضفدعة "الظل"، وتبعاً لذلك تكون الضفدعة قد خبرت الإحساس برؤية الومض.

هل أقول: "الإحساس" "الظل" لرؤية الومض؟ بالتأكيد لا. عندما يكون الملاحظون حقيقيين سواء أكانوا ضفادع أو بشرًا فإن إحساسهم لا بد أن يكون حقيقة أيضاً. وعندما يلاحظون ما قد نسميه أى موضوع "ظل" فإنهم يرون أنه مدرك. أنهم يلاحظون ذلك بنفس الوسائل، وبنفس التنوع الذى نصف به ما نرى أنه موجود بالكون المدرك. القابلية لأن يكون الشئ مدركاً لها صلة بالملاحظين أنفسهم. هكذا فإنه من الناحية الموضوعية لا يوجد نوعان من الفوتونات نوع "مدرك" ونوع "ظل" ولا نوعان من الضفادع ولا نوعان من الأكوان بعضها مدرك والآخرين "ظل". لا شئ من هذا فى الوصف الذى أطلقته على تشكل الظل ولا أى من الظواهر المتصلة به ما يميز بين الأشياء "المدركة" و"الظلية" فيما عدا الإصرار على أن واحدة من النسختين هى من قبيل "المدركة". عندما قدمت "المدرك" و"الظل" ميّزت بوضوح بين القول بأننا نرى الأول ولا نرى الثانى. ولكن من "نحن"؟ بينما أكتب هذا فإن مضيفين من نظائرى "الظل" كانوا يكتبون أيضاً. هم ميزوا أيضاً بين المدرك والظل من الفوتونات بينما التى أسموها "المدرك" هم أولئك الذين أسميتهم "الظل".

ليس من بين النسخ لأى موضوع ما له ميزة فى وضعيته من مسألة شرح الظلال أكثر مما أوضحتها، أى أكثر من ميزة أوضاعها التى أمدتنا بها رياضيات ميكانيكا الكم. ربما أميل بشكل شخصى إلى التمييز بين النسخ بأن أحدها مدرك لأننى أفهم ذاتى مباشرة، ولا أفهم الآخرين، ولكننى بمصطلحات الحقيقة أن الآخرين يشعرون كذلك بالنسبة لأنفسهم.

كثير من هؤلاء المضيفين "الظل" لشخصى يكتبون نفس هذه الكلمات فى اللحظة نفسها. بعضهم قد وضعها بصورة أفضل. والبعض الآخر قد ذهب لشرب فنجاناً من الشاي.

## اصطلاحات :

فوتون:	جسيم الضوء
Photon	
مدرک/ ظل:	من أجل الشرح في هذا الفصل فقط، أسميت العناصر في هذا الكون "مدركة" أما العناصر في الأكوان الأخرى عناصر "ظل".
Shadow/tangible	
متعدد الأكوان:	عالم الحقيقة الفيزيائية بأكمله والذي يحتوى على أكوان متوازية .
Multiverse	
أكوان متوازية:	التوازي بمعنى أنه في كل منها تتفاعل العناصر مع بعضها كما تفعل في الكون المدرک، إلا أن كل منها يؤثر في الآخر بطريقة ضعيفة من خلال ظاهرة التداخل.
Parallel universes	
النظرية الكمية:	نظرية فيزياء التعدد الكوني .
Quantum Theory	
التكميم:	هي خاصية امتلاك أعداد متميزة ومتفرقة من القيم ممكنة وليست قيماً مستمرة ومتصلة وقد حصلت النظرية على اسمها من تأكيدها من أن كل الكميات القابلة للقياس هي مكتمة. ولو أن معظم التأثيرات الكمية هي نفسها غير مكتمة ولكنها متداخلة.
Quantization	
التداخل:	تأثير الجسيم في أحد الأكوان على نظيره في كون آخر. تداخل الفوتون يمكن أن يتسبب في أن الظلال تكون أكثر تعقيداً عن مجرد كونها مجرد "سيلويت" للعوائق التي يرجع إليها السبب في حدوثه.
Interference	



## الخلاصة :

فى تجارب التداخل هناك إمكان لنماذج الظلال أن تصبح مظلمة عندما تفتح فتحات جديدة فى الحائل مُطْلَقَةُ الظل. هذا يبقى صادقاً حتى لو أجريت التجربة بواسطة جسيمات منفردة. سلسلة كاملة من التسبب تقوم على الحقيقة التى تحكم إمكانية أن الكون الذى نراه حولنا هو منشئ الحقيقة بأكملها. فى الواقع كل حقيقة الفيزياء هى متعدد الأكوان الذى يشتمل على أكوان واسعة العدد من الأكوان المتوازية.

فيزياء الكم هى واحدة من الأفرع الأربعة الرئيسية للتفسير. الفرع الثانى هو المعرفة: نظرية المعرفة.



## الفصل الثالث

### حل العضلات



لا أدري أيهما أغرب: هل هو السلوك الذي تتخذه الظلال نفسها، أم ما تدفعنا إليه تأملاتنا في بعض نماذج الضوء والظلال من تعديل وتغيير مفهومنا وبطريقة جذرية عن بناء الحقيقة. الجدل الذي سقته وعبرت عنه في الفصل السابق، وبرغم أنه خلافي ومثير للجدل، هو في حد ذاته مثال نموذجي لجزء من العلم والذي يتعلق بالتسبب العلمي أى ما يجعل أى أمر معقولا.

وهذا ما يجعل الأمر يستحق أن ننظر ملياً في طبيعة هذا التسبب الذي هو بطبيعته يمثل ظاهره طبيعية تدهشنا ومليئة بالتفرعات والتشعبات كما هو حال فيزياء الظلال.

والى هؤلاء الذين يطمحون أو يتطلعون للحقيقة أكثر من بحثهم عن بناء شعري وإنشائي للحقيقة، فقد يبدو الأمر بعيداً عن التناسب والتناغم، وحتى غير عادل، أن يستتبع مجرد تواجد هذا الشعاع الرفيع من الضوء هنا بدلاً من هناك مثل هذه الحقيقة الخطيرة والهامة. ولكن هذا هو ما يحدث بالفعل وهى المرة الأولى أيضاً، بكل معنى من المعانى، التى يحدث فيها مثل هذا فى تاريخ العلم. وفى ظل هذا المعنى المهيّب فإن اكتشاف وجود أكوان أخرى هو مما يذكرنا باكتشاف وجود كواكب أخرى فى المراحل المبكرة من علوم الفلك. من قبل أرسلنا مجسّات (مسبارات) إلى القمر وكواكب أخرى وقد أتت كل معلوماتنا من خلال بقع من الضوء (أو إشعاعات أخرى) تمّت ملاحظتها (تلك البقع والإشعاعات) فى موقع محدد دون الآخر. خذ فى اعتبارك كيف كان التعريف الأصيل لحقيقة أن الكواكب ليست نجومًا وكيف تم اكتشافه. مراقبة السماء ليلا تظهر لنا - ولعدة ساعات - أن النجوم تتعاقب حول نقاط معينة فى السماء. إنها تتعاقب بصرامة فى مواقع ثابتة بالنسبة لزميلاتها الأخريات. والتفسير التقليدى لذلك كان أن السماء الليلية عبارة عن أفق سماوى (أو إلهى) يتعاقب حول الأرض الثابتة فى موقعها وأن هذه النجوم إما ثقوب فى هذا الأفق أو توهجات للأجزاء

الشفافة أو البلورية التي تتخلل هذا الأفق. ومع هذا فمن بين آلاف النقاط من الضوء البادية في السماء للعين البشرية المجردة توجد حفنة من الأضواء المتلألئة التي عبر الأطول من المدد لا تبدو ثابتة تماماً في الأفق بل تتجول في السماء على شكل حركات معقدة. وقد اكتسبت اسم الكواكب من الكلمة الإغريقية التي تعنى: التجول. وهذا التجوال بالذات هو الذى جعل تفسير الأفق السماوى يبدو وكأنه غير ملائم.

التفسير الناجح لحركة الكواكب لعب دوراً هاماً في تاريخ العلم. نظرية مركزية الشمس "لكوبر نيقوس" وضعت الأرض والكواكب في مسار دائرى حول الشمس. كما اكتشف "كبلر" أن هذه المدارات من قبيل "القطع الناقص" أكثر منها دوائر. كما شرح نيوتن(\*) هذه القطوع الناقصة من خلاله قانونه عن "التربيع العكسى" فى قوى الجاذبية، واستخدمت نظريته تلك فيما بعد فى التنبؤ بأن الجاذبية المتبادلة للكواكب قد تسبب بعض الانحرافات الصغيرة فى مسارات القطع الناقص ذاك. وملاحظات هذه الانحرافات أدى عام ١٨٤٦ إلى اكتشاف كوكب جديد، نبتون، وكان واحداً من بين اكتشافات عديدة جميعها تؤيد على نحو مثير للإعجاب والعجب صحة نظرية نيوتن. ومع ذلك أعطتنا النظرية العامة للنسبية التى وضعها أينشتاين بعد ذلك بعدة عقود، مفهوماً أساسياً مختلفاً عن الجاذبية عبر مصطلحات انحناء الزمان والمكان وبالتالي تنبأنا قليلاً بمزيد من التحركات مرة ثانية. على سبيل المثال تنبأت هذه النظرية بشكل صحيح بأن الكوكب عطارد، يندفع كل سنة بحوالى عشرة آلاف درجة بعيداً عن الموقع

---

(\*) أسحق نيوتن Isaac Newton (١٦٤٢ - ١٧٢٧) عالم ورياضى إنجليزى هو الأشهر على مستوى العالم بعد رحيل جاليليو، وفضلاً عن قانون الجاذبية تتركز إنجازاته فى الرياضيات وعلوم البصر والفيزياء وهى الأعمال التى مهدت الطريق للعلم الحديث وفجرت ثورة علمية، تلقى علومه فى كلية ترينتى وجامعة كامبريدج التى عاش فيها من ١٦٦١ إلى عام ١٦٩٦ وقدم فى أثنائها معظم أعماله الرياضية كإكتشاف طريقة لحساب الأعداد الصحيحة وقدم مع ليبنز حسابات التفاصيل كما أوجد صيغة للبحث عن سرعة الضوء والغاز التى صححها لابلاس من بعده. (المترجم)

الذى حددته لنا نظرية نيوتن. كما تضمنت أيضاً أن أضواء النجوم التى تمر بالقرب من الشمس تنحرف ضعفين بتأثير الجاذبية أكثر مما تنبأت به نظرية نيوتن. وملاحظة هذه الانحناءات بمعرفة "أرثر إيد نجتون" (\*) Arthur Eddington عام ١٩١٩ تعتبر الوقت الذى يؤرخ نهاية وجهة النظر النيوتونية للعالم كمعتقد عقلى قابل للدفاع عنه (وللسخرية فإن إعادة التقويم لتصحيح تجارب إدينجتون ذهبت إلى أن هذه التجارب قد تكون أجريت قبل أوانها أو مبتسرة). التجربة التى تكرر إجراؤها بمزيد من الصحة بما فيها قياس مواقع البقع (صورة النجوم القريبة من الشمس أثناء كسوفها) فوق شريحة معدة لذلك.

مع تواتر صحة التنبؤات الفلكية توارت الفروق بين تنبؤات النظريات الناجحة عن مظهر السماء فى الليل. حتى أنه تم اعتماد تلسكوبات أكثر قوة وأدوات قياس أنشئت لرصد تلك الفروق. ومع ذلك لم تتقارب تفسيرات هذه التنبؤات. وعلى العكس، كما أوضحت، ثمة نجاحات ثورية لبعض التغييرات. تلك الملاحظات التى كان لها تأثير فيزيائى قليل أجبرتنا على إحداث تغييرات فى وجهة نظرنا عن العالم. ولهذا يبدو أننا نستنتج نتائج مهمة من خلال دلائل هزيلة أو قليلة. ما الذى يحكم على هذه الاستدلالات؟ هل يمكن التأكد أنه بمجرد أن نجم ما قد تحرك على نحو ميلليمترى على الشريحة المصورة لإدينجتون يعنى أن الزمان والمكان ينحنيان؟ أو أن مسباراً فوتوغرافياً فى موقع معين لم يسجل أى إشارة فى الضوء الضعيف يعنى وجود عوالم متوازية؟

---

(\*) آرثر ستانلى إيدنجتون Arthur Stanley Eddington (١٨٨٢ - ١٩٤٤) فيزيائى وفلكى إنجليزى حدد فى بواكير القرن العشرين أن حد السطوع الذى يمكن أن تنعكس عن إشعاع موجه لشئ مدمج لا يمكنه أن يتعاضد إلا لدرجة معينة، وهو الحد الذى سُمى شرفياً باسمه. وهو مشهور أيضاً بعمله المتعلق بالنسبية فى مجال الجاذبية. (المترجم)

بالطبع ما أشرت إليه الآن يوضح مدى هشاشة وعدم مباشرة كل الدلائل الناتجة عن التجربة. لأننا لا يمكن أن ندرك أو نفهم النجوم أو (الشمس) أو أى موضوع أو أحداث خارجية من خلال الشرائح الزجاجية أو المعدنية. إننا نرى الأشياء عندما تظهر صورها على عدسات عيوننا، ولا نفهم هذه الصور إلا عندما توظف نبضات كهربية فى أعصابنا وتستقبل أدمغتنا هذه الومضات وتفسرها. وعلى ذلك فإن الدليل الفيزيائى الذى يسيطر علينا ويتسبب فى أن نتبنى نظرية أو وجهة نظر حول العالم عن أخرى غيرها: هو أقل من ميلليميتري: يقاس عبر أجزاء من الألف من الميلليميتر (انفصال الأوتار العصبية فى العصب البصرى) وعبر مئات الفولتات (جمع فولت): (التغير المتوقع فى الجهد الكهربى فى أعصابنا الذى يؤدى إلى الفرق بين فهمنا لشيء عن فهمنا لشيء آخر).

ومع ذلك نحن لا نوائم معانى متساوية لكل حساسياتنا العاطفية. فى التجارب العلمية نحن نذهب إلى آماذ بعيدة لنجلب إلى مفاهيمنا عن الحقيقة الخارجية المعانى أو الأفكار التى قد تساعدنا فى التفرقة بين النظريات المتنافسة والتى ندخلها فى اعتبارنا. قبل أن نجرى أية ملاحظة لأمر ما فنحن نقرر بحذر وعناية أين ومتى ننظر، وما الذى ننظر إليه. وعادة ما نستخدم أدوات خاصة معقدة أنشأناها لمثل هذه الأغراض، آلات مثل التلسكوبات ومكبرات الصور (أضعاف كثيرة من المرات). ولكن مهما كانت هذه الأدوات مميزة ومهما كانت الأسباب الخارجية الجوهرية والملموسة التى نسبنا إليها قراءاتها، فإننا نفهم تلك القراءات بشكل حصري عبر أدواتنا للحس. وليس ثمة مهرب من حقيقة أننا بشر ومخلوقات صغيرة لديها القليل من القنوات غير الكاملة وغير الدقيقة التى من خلالها نستقبل كل معلوماتنا عن العالم الخارجى عن أبداننا. نحن نؤول أو نفسر هذه المعلومات كدلائل على الكون الخارجى الكبير والمعقد (أو الأكوان المتعددة). ولكن عندما نزن تلك الدلائل نكون حرفياً مجرد متفكرين ومتأملين للنماذج عبر تيار كهربى ضعيف يمر فى أدمغتنا.



ما الذى يُقوِّم تفسيراتنا أو تأويلاتنا التى نستخرجها من هذه النماذج؟ بالطبع ليس الاستقراء المنطقى. ليست هناك طريقة لإثبات أن الكون الخارجى أو متعدد الأكوان موجودين على الإطلاق من خلال ملاحظتنا لتلك النماذج أو أية ملاحظات أخرى. ولندع جانباً التيارات الكهربائية التى تتلقاها أدمغتنا لأن تكون ذات صلة خاصة بهذا الأمر. ربما أن أى شىء نتلقاه أو كل شىء هو وهم أو حلم. والأحلام والأوهام هى شىء شائع. الأنانة(\*) (النظرية التى تقول بأن لا شىء له وجود سوى الأنا) والتى تقرر أنه لا وجود سوى عقل واحد وأن كل ما يبدو لنا وكأنه حقيقة خارجية ليس إلا حلماً يأخذ طريقه إلى العقل وهو مما لا يمكن عدم إثباته منطقياً، والحقيقة لا تشمل إلا شخصاً واحداً، يفترض أنه أنت، يحلم بتجاربه وخبراته على مدى الحياة. وربما تشملنى أنا وأنت، أو ربما كوكب الأرض ومن يسكنونه. وإذا كنا نحلم بالدلائل - أية أدلة - على وجود الأناس الآخرين، أو أى كواكب أخرى أو أكوان أخرى فإن هذا لا يثبت أى شىء عن عدد هؤلاء الآخرين وكم يكون بالفعل.

ولما كانت نظرية الأنانة وعدد غير محدود من النظريات ذات العلاقة، تنشئ رابطة بين المنطق وتلقيك أية ملاحظات ممكنة عن الدلائل فهذا يستتبع أنه لا يمكنك أن تستدل على أى شىء منطقى من هذه الدلائل الناتجة عن الملاحظة. كيف إذن يمكننى القول أن ملاحظة سلوك الظلال تلغى نظرية الكون الواحد، أو أن ملاحظتنا على كسوف الشمس أو خسوف القمر تدمغ النظرة النيوتونية العقلانية عن العالم بأنها غير قابلة للدفاع عنها؟ كيف يكون ذلك؟ إذا لم تكن عبارة "تلغى" لا تعنى "عدم البرهنة" فما الذى

---

(\*) الأنانة Solipsism كان الفيزيائى الفرنسى كلود برونيه Claude Brunet (القرن ١٧) من أكثر المناادين بهذه الفلسفة الأخلاقية وعلى نحو جذرى والتى تعتبر تشكلاً متشدداً للموضوعية المثالية حيث ترى أن الفعل الإنسانى ليست له أى صلاحية للاعتقاد فى وجود أى شىء سوى وجوده ذاته، وذلك كمحاولة لحل مشكلة معرفة المرء بالعالم الخارجى. (المترجم)

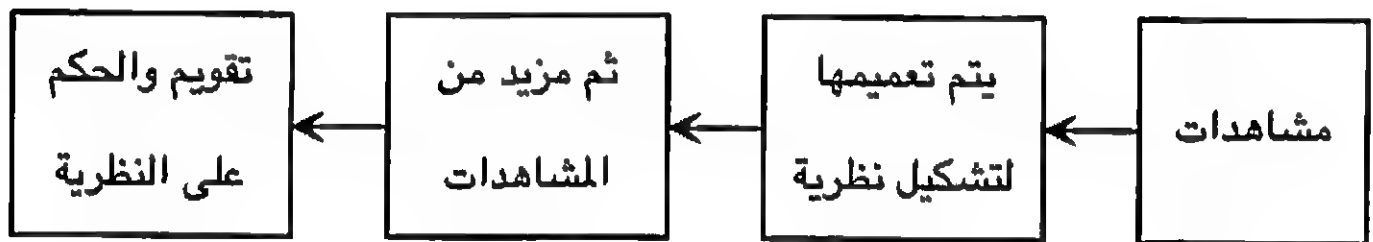
تعنيه؟ لماذا نشعر أننا مجبرون على تغيير نظرتنا عن العالم أو أى رأى آخر لنا بناء على شىء غير قابل للحكم له أو عليه فى إطار هذا المعنى؟

هذا النوع من النقد من شأنه أن يحيط العلم بأكمله بشكوك عديدة، وكذلك أى عملية تسبب أو تعقيل للحقيقة الخارجية التى تغرى باستنتاج أدلة من خلال الملاحظة. وإذا لم يخضع التسبب العلمى لتوابع الاستقراء المنطقى، لأى شىء سيخضع إذن؟ لماذا يكون علينا أن نقبل نتائجهم؟

هذا هو ما يعرف بـ "مشكلة الاستقراء"، ويأتى الاسم مما كان سائداً معظم تاريخ العلم عن كيف يعمل العلم. النظرية القائلة بأنه توجد ثمة براهين رياضية قصيرة، تقويم أقل ولكنه يستحق أخذه فى الاعتبار، يسمى "الاستقراء" هذا الاستقراء كان من ناحية متساوفاً مع التقويم التام المفترض الذى يمدنا به "الاستدلال" أو الاستنتاج، ومن الناحية الأخرى كان وسيلة ضعيفة فلسفياً مفترضة أو كشكل من الحدوس للتسبب ومن دون أية دلائل ملاحظة يمكن أن تساندها. إن النظرية الاستقرائية للمعرفة العلمية تلعب فيها "الملاحظة" دورين الأول فى اكتشاف النظريات العلمية والثانى يتمثل فى تقويمها. ويفترض أن اكتشاف هذه النظرية جاء من تتبع الملاحظات أو تعميم نتائجها. إذن لو تطابقت أعداد كبيرة من الملاحظات مع النظرية وأى منها لم يختلف عنها فعلاً أو احتمالياً فإنه يصبح قابلاً للتصديق والاعتماد عليه. ومخطط هذه الفكرة يوضحه الشكل (١-٣).

التحليل الاستقرائى لمناقشتى عن الظلال من المحتمل أن يأخذ الشكل التالى: لقد صنفنا سلسلة من الملاحظات حول الظلال، ورأينا ظاهرة التداخل (مرحلة أولى). النتائج تتطابق مع أنه ينتظر أو يتوقع عن ما إذا كانت هناك أكوان متوازية يؤثر كل منها فى الآخر. وإن لم يلحظ أحد ذلك. (مرحلة ثانية) وأخيراً فإن هناك من عزم بأن التداخل سوف يكون دائماً ملحوظاً تحت ظروف معينة، وبالتالي يستنتج أن نظرية

الأكوان المتوازية هي المسئولة عن ذلك ومع مزيد من الملاحظات عن التداخل (مرحلة ثالثة) سنصبح مقتنعين أكثر بالنظرية. بعد عدة توابع طويلة لمثل هذه الملاحظات، بالإضافة لأن أياً منها لا يتعارض مع النظرية، ننتهي (مرحلة رابعة) إلى أن النظرية صادقة. وحتى لو كنا غير متأكدين تماماً فإننا لأسباب عملية سنكون مقتنعين. من الصعب أن نعرف من أين نبدأ نقد مفهوم الاستقرار في العلم - إنه زائف من عدة نواحٍ، ربما أسوأ عيب، من وجهة نظري، هو بحث إطلاق أن التعميم في التنبؤ يتساوى مع أى نظرية جديدة. وكأى نظرية علمية لها مثل هذا العمق فإن نظرية وجود أكوان متوازية ليس لها - ببساطة - شكل التعميم من خلال الملاحظات. هل لاحظنا أولاً كونا وحيداً ثم لاحظنا بعده كونا ثانياً ثم ثالثاً، ومن ثم استنتجنا أن هناك تريليون كون منهم؟ هل التعميم بأن الكواكب ستجول حول السماء في نموذج دون الآخر مساو للنظرية القائلة بأن الكواكب هي عوالم تدور في مدار حول الشمس، وأن الأرض واحدة منها؟ ليس صحيحاً أن تكرار الملاحظات مرة بعد الأخرى هو الوسيلة التي تجعلنا مقتنعين بالنظريات العلمية. كما قلت النظريات هي تفسيرات وشروح وليست فقط تنبؤات. وإذا لم يقبل المرء تفسير ما تقترحه مجموعة الملاحظات فإن تكرار الملاحظات نادراً ما يكون الوسيلة الشرعية المعتبرة للتفسير وبدرجة أقل فإنها لا تساعدنا في إنشاء تفسير مرضٍ حين لا نستطيع التفكير في أى تفسير آخر على الإطلاق.



(شكل ٢-١) مخطط عملية الاستقرار

والأكثر من ذلك أن مجرد التنبؤ لا يمكن تقويمه من خلال الأدلة التي تسفر عنها الملاحظة، كما أوضح برتراند رسل (\*) Bertrand Russell في قصته عن "الدجاجة" (ولتجنب أى نوع من سوء الفهم فهذه "الدجاجة" نوع من الاستعارة المجازية عن طريق تجسدها فى شكل بشرى كإنسان يحاول فهم الأمور العادية فى الكون). الدجاجة لاحظت أن الفلاح يحضر كل يوم لوضع الغذاء لها. الاستقرائيون يعتقدون أن الدجاجة قد استدلت من ملاحظتها نظرية وفى كل مرة يقدم لها الغذاء تضيف تأكيداً جديداً لنظريتها. وبعدئذ قام الفلاح فى أحد الأيام بذبحها. التجربة المحبطة التى مرت بها دجاجة رسل تمت تجربتها أيضاً بمعرفة تريليونات من الدجاج مثلاً. التقويم الاستقرائى يعنى أن الاستقراء لا يمكن أن يقدم أية نتائج.

ومع ذلك فإن هذا الخط أو النوع من النقد لا يدع الاستقراء بعيداً إلا بدرجة قليلة، إنه فقط يوضح حقيقة أن الملاحظة لا يمكنها أن تقوم (تحكم على) النظريات، وإن فعلت ذلك فإنها بالتأكيد تفقد الهدف (أو تقبل) مزيد من سوء الفهم الأساسى بأن الاستقراء الاستدلالي عبر الملاحظة من الممكن أن يشكل نظرية. وفى الحقيقة هو أمر غير ممكن "الاستدلال عبر الملاحظة" ما لم يكن لدى المرء بالفعل إطار عام للتفسير. على سبيل المثال لكى تستدل دجاجة رسل على تنبؤها الزائف فيلزم أن يكون فى ذهنها أولاً تفسير زائف عن سلوك الفلاح. ربما تخمن أن الفلاح يضمّر مشاعر طيبة نحو الدجاج، أو أنه كان يحاول تسمينها بغرض الذبح فيما بعد وهنا كانت ستصل إلى

---

(\*) برتراند رسل Bertrand Russell (١٨٧٢ - ١٩٧٠) فيلسوف إنجليزي ومنطقي ورياضي، وتتمحور حياته الفلسفية كلها على ثلاثة أهداف هي: ١- تأصيل ذرائع المعرفة البشرية فى أبسط تعبير عنها. ٢- إيجاد علاقة بين المنطق والرياضة باعتبار أن الرياضيات يمكن استنباطها من خلال عدد قليل من المبادئ المنطقية. ٣- إمكانية الاستدلال على أى شىء فى الكون من خلال وصفه الصحيح وذلك بتحليل اللغة إلى أقل متطلباتها وحقائقها الذرية.

كما كانت له حياة سياسية عريضة كمصلح وأخلاقى ومناصر للسلام معارضاً للحروب والنزاعات.  
(المترجم)

الاستدلال بطريقة مختلفة. افترض أن الفلاح بدأ فى أحد الأيام بإحضار مزيد من الطعام للدجاجة أكثر من المعتاد.

كيف للمرء أن يستدل من هذه الملاحظة الجديدة ويتنبأ عبرها عن السلوك المستقبلى له معتمداً تماماً على شرح سلوكه الحالى. طبقاً لفكرة أنه يحمل مشاعر متعاطفة مع الدجاج فربما تكون مشاعره تلك قد ازدادت وبالتالي فليس على الدجاج أن يقلق أكثر مما مضى: أما بالنسبة لفكرة "التسمين" فالدليل هنا يصبح منذراً بالسوء أنه الدليل على اقتراب عملية الذبح.

حقيقة أن دليل الملاحظة نفسه يمكن أن يدلنا على تنبؤين معياريين متعارضين طبقاً للتفسير الذى تبنيناه، ولا يمكنه أن يقوم أى منهما، ليس تحديداً صدقياً لبيئة المزرعة: إنه حقيقى لكل الدلائل المستقاة من الملاحظة وتحت كل الظروف. الملاحظة لا يمكنها القيام بأى من الأدوار المنتظرة منها فى المشروع الاستقرائى، وحتى بخصوص مجرد التنبؤ، دع عنك النظريات العبقريّة فى التفسير. وأنا أقر أن الاستقراء يقوم على نظرية الحس العام فى نمو المعرفة والتي تعلمناها بخبرتنا، وأنه تاريخياً ساهم فى تحرير العالم من "الدوجما" (الجمود) والاستبداد. ولكننا لو أردنا فهم حقيقة طبيعة المعرفة، ومكانها فى نسيج الحقيقة، فلا بد أن نواجه حقيقة زيف الاستقراء جذوراً وفروعاً. ليس ثمة تسبيبا علمياً ومن ثم لا تسبيب ناجح من أى نوع قد تناسب مع الوصف الاستقرائى.

ما هو إذن نموذج التسبيب العلمى والاكتشاف لقد رأينا أن الاستقراء وكل ما يتركز حول التنبؤ من نظريات المعرفة يقوم على سوء الفهم. ما نحتاج إليه هو نظرية معرفة تتركز حول التفسير، نظرية كيف يأتى التفسير لكى يصبح موجوداً وكيف نُقوّم هذا الوجود، نظرية عن كيف ولماذا ومتى نسمح لمذكراتنا أن تغيّر وجهة نظرنا عن العالم. وعند امتلاكنا لمثل هذه النظرية لن نحتاج لنظرية منفصلة للتنبؤ. لأن وجود مثل هذه النظرية بما تحويه من تفسير للظواهر التي نلاحظها لن تدع مجالاً لأى غموض أو

سر في الحصول على التنبؤات. وإذا ما تم تقويم أى تفسير فإن التنبؤ الصادر عن نفس التفسير يكون قد قُومَ بدوره هو الآخر وعلى نحو أوتوماتيكي. من حسن الحظ أن الشكل السائد لنظرية المعرفة العلمية بشكلها الحديث يرجع بدرجة كبيرة للفيلسوف كارل بوبر (\*) Karl Popper (والتي هي واحدة من الأوتار الأربعة الرئيسية لتفسير نسيج الحقيقة) وهي التي يمكن النظر إليها كنظرية للشرح والتفسير في هذا الإطار. إنها ترى العلم كعملية لحل العضلات. الاستقراء من ناحية يرى قائمة ملاحظتنا الماضية كنظرية ممثلة للهيكل العظمي أو ما يشبه ذلك، مفترضة أن العلم ليس إلا عملية ملء الفراغات في النظرية من خلال "التوليد" و"الاستقراء". حل العضلات يبدأ بالفعل بنظرية قد تكون غير ملائمة ولكن ليس بنظرية أفكار أو انطباعات شخصية تشتمل على مجموعة ملاحظتنا السابقة. إنها تبدأ بأحسن النظريات القائمة. وعما إذا بدت إحدى هذه النظريات غير ملائمة لنا وأنا نحتاج لنظريات جديدة. هذا هو الذي ينشئ العضلة. وهو ما يتناقض مع مخطط الاستقراء الموضح بالشكل (٢-١) أن الاكتشاف العلمي لا يحتاج البدء بدليل ملاحظ أنه يبدأ دوماً بوجود عضلة ولا أعنى هنا بالعضلة بالضرورة حالة طارئة أو ما يدعو للقلق. وإنما فقط أعنى مجموعة من الأفكار تبدو غير مناسبة ولكنها تستحق محاولة تطويرها إلى الأحسن. إن الشروح القائمة ربما تبدو عفوية جداً، أو تبدو كأنها قد أُجهدت للغاية؛ وقد تبدو ضيقة بغير ضرورة لذلك، أو أن مطامحها غير عملية وقد يلمح المرء إمكانية توحيد مع أفكار أخرى. أو قد يجد شروحاً مُرضية في مجال واحد كان يبدو عليه التناقض والتضارب

---

(\*) كارل بوبر Karl Popper (١٩٠٢ - ١٩٩٤) فيلسوف في العلم الطبيعي إنجليزي نمساوي المولد رفض الاستقراء في العلم التجريبي باعتبار أن الفرضيات يمكن إثباتها بما أسماه "مقياس القابلية للزيف" وفي غياب دليل التناقض تصبح النظرية مؤكدة، وعلى ذلك اعتبر علوماً مثل الفلك والميتافيزيقا والتاريخ الماركسي والتحليل الفرويدي علوماً غير تجريبية لفشلها في مشايعة ذلك المعيار. (المترجم)

مع حل يتناظر معه في مجال آخر. أو أن هناك ملاحظات مذهشة - مثل تجول الكواكب - التي لم تنتبأ بها النظريات القائمة كما لم تستطع تفسيرها.

هذا النوع الأخير من المشاكل يشبه المرحلة الأولى من مخطط الاستقراء، ولكن فقط بطريقة مخادعة. لأن أي ملاحظة غير متوقعة لا يمكنها أبداً أن تبدأ اكتشافاً علمياً ما لم تكن النظريات قبل القائمة مضمرة فيها بذور المعضلة. على سبيل المثال فإن السحب تتجول أكثر حتى من تجول الكواكب. هذا التجول غير المنتبأ به كان مألوفاً قبل اكتشاف تجول الكواكب بزمان طويل. والأكثر من ذلك: التنبؤ بالجو كان دوماً ذا قيمة وأهمية للمزارعين، والبحارة، والجنود أي أنه كان هناك على الدوام باعثاً لتنظير كيف تتحرك السحب. ولكن الأرصاد الجوية لم تكن هي التي ألهمت تآلق وانفجار العلم الحديث إنما هو الفلك الذي كان وراء ذلك. الدلائل الملاحظة بشأن الأرصاد الجوية كانت دائماً جاهزة ومتاحة أكثر من دلائل الفلك ولكن أحداً لم ينتبه إليها، ولا أحد استدل منها على نظريات عن مقدمات البرد أو الأعاصير التي يمكن أن تكون مدمرة. لم يكن تاريخ العلم مزدحماً بالجدليات، أو الأمور الجامدة (الدوجما) أو الهرطقيات أو التأمليات أو النظريات المحكمة عن طبيعة السحب وحركتها لماذا؟ لأنه تحت ظروف البناء التفسيري للجو كان من المفهوم جيداً أن حركة السحب مما لا يمكن التنبؤ بها. الحس العام اقترح أن السحب تتحرك بفعل الرياح. وعندما انقلب الاتجاه إلى منحنى آخر كان الظن أو الحدس المعقول أن الرياح يمكن أن تكون مختلفة باختلاف حركتها الزاوية (من زاوية) وإنها إذن مما لا يمكن التنبؤ به، ومن السهل استنتاج أنه لا حاجة لمزيد من التفسير. بعض الناس بلا شك اتجهوا إلى هذا المنحنى بالنسبة للكواكب، وافترضوا أنها مجرد أشياء متوهجة في الأفق السماوي، ويتم النفخ فيها عبر سلوك زائد للرياح، أو ربما تحركها ملائكة ما، وليس إذن ثمة مزيد للشرح أيضاً. بينما لم يرض آخرون بذلك وضمنوا أنه لا بد من وجود تفسير أعمق وراء تجوال الكواكب وطفقوا يبحثون عن هذا التفسير ووجدوه. وفي فترات مختلفة من تاريخ الفلك كانت ثمة

دلائل تمت ملاحظتها دون تفسير، وفي أوقات أخرى كان الضئيل من هذه الأدلة العvisية على الشرح هو الوجود وربما لم يتواجد أى منها. ولكن الدائم أن الناس لو اختاروا ما الذى سينظرونه بناء على ما تراكم لديهم من الملاحظات حول ظاهرة معينة لكانوا اختاروا ظاهرة السحب عوضاً عن الكواكب. ولكنهم اختاروا الأخيرة ولأسباب مختلفة. بعضاً من هذه الأسباب اعتمدت على المفهوم المسبق لديهم عما يجب أن يكون عليه علم الكون وجذوره، أو الجدل المتقدم للفلاسفة أو العلل الروحية وراء الأرقام وعلومها. بعضها تأسس حول فيزياء اليوم الجارى، أو على الرياضيات أو علم الهندسة. البعض أيضاً تحول إلى أمور لها جداره موضوعية وبعضها لا تنسحب عليه هذه الصفة. أى أن كل منها له سبب ما، ولكن بدا للبعض أن التفسيرات القائمة أو الوجود منها يمكنها ومن الواجب أن يرد عليها التطور والتحسين.

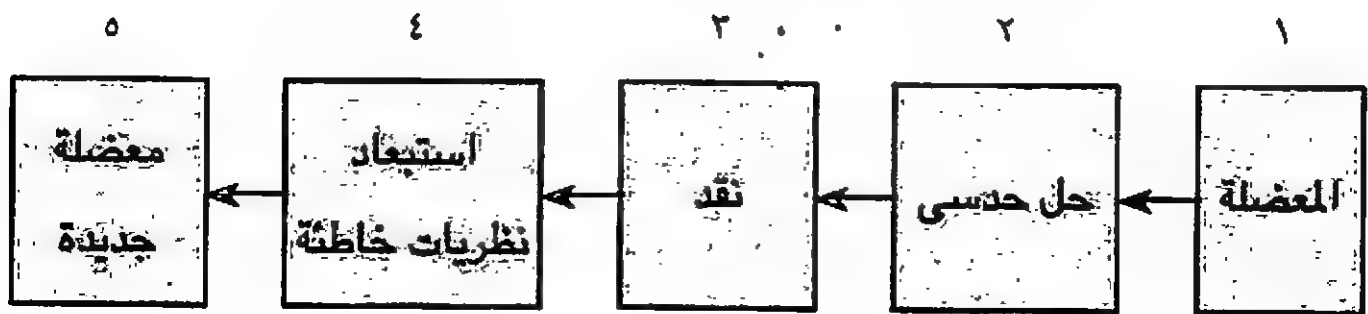
قد يحل المرء معضلة بالعثور على نظريات مُنقحة تشتمل على شروح تخلص من العيوب أو النواقص ومحافظة فى نفس الوقت على الموضوعية الموجودة فى بعض النظريات الموجودة (شكل ٢-٢). وهكذا عندما تعلن مشكلة عن وجودها (مرحلة أولى) فالمرحلة التالية دائماً ما تتصل بالحدس: افتراض نظريات جديدة، التعديل أو إعادة النظر فى النظريات القديمة، بأمل حل المعضلة (المرحلة الثانية). الحدس هنا يكون محل اختبار ونقد سواء كان النقد عقلانياً يستلزم اختباره والمقارنة مع غيره لمعرفة أيها الذى يقدم تفسيراً أفضل، طبقاً للمعيار المتضمن أو الموروث فى المعضلة ذاتها (المرحلة الثالثة).

وعندما تفشل نظرية حدسية فى مواجهة هذا النقد أى عندما يبدو أن ما تقدمه من شروح أسوأ مما تفعله نظريات أخرى، يتم هجرها. إذا وجدنا أنفسنا مضطرين لهجر واحدة من النظريات الجذرية لصالح واحدة (أو أكثر) جديدة مقترحة (المرحلة الرابعة) فإننا نعتبر - أن مغامرة حل المعضلة قد حققت تقدماً ما. وقد ذكرت كلمة "مؤقت" لأن العضلات التى تستتبعها المعضلة الأصلية قد تحتاج تعديلاً أو أن يحل



محلها حتى هذه النظريات المستجدة، والتي يكون واضحاً أنها أكثر ترضيه، كما أننا أحياناً ما نعيد بعث "الجثث الهامدة" المضمرة فى النظريات غير المُرضية.

وهكذا يصبح الحل، مهما كانت جودته، ليس هو نهاية القصة، وإنما بداية للعملية التالية لحل المعضلة (المرحلة الخامسة). وهذا يبرز سوء فهم آخر ناتج عن الاستقراء. الأمر فى العلم ليس هو تجربة أن تجد نظرية من شأنها، أو مiale، للاعتقاد بأنها صحيحة للأبد، وإنما دائماً هو العثور على أحسن نظريات متاحة حتى الآن. الجدل العلمى يستهدف حثنا على أن التفسير القائم هو أحسن المتاح.

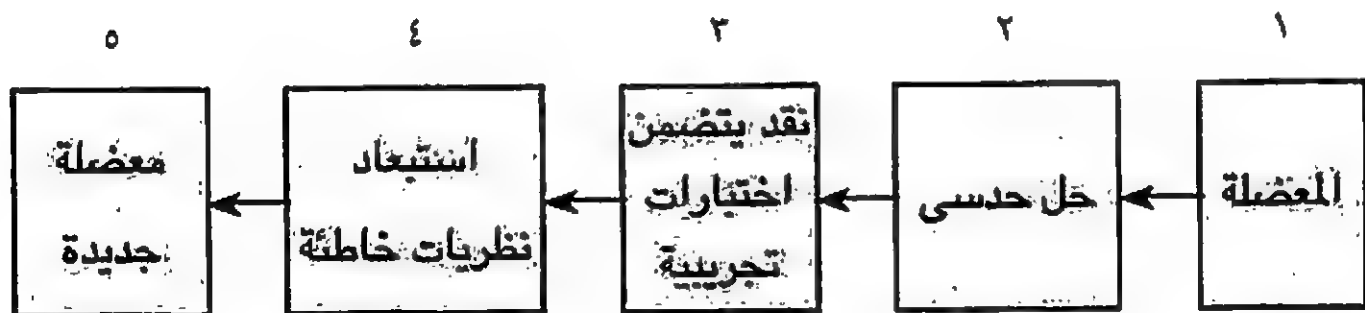


(شكل ٢-٢) عمليات حل المعضلة (أو المعضلات)

أنها لا تقول لنا، ولا ينبغى لها، أى شىء عن مدى صدقية التفسير المتاحة فى المستقبل عندما تظهر أساليب جديدة للنقد أو مقارنته بتفسيرات أخرى لم تبتدع بعد. التفسير الجيد قد يصنع تنبؤاً جيداً عن المستقبل، ولكنه لا يستطيع، ولا أى تفسير يمكنه - حتى ولو فى بداية عملية التنبؤ - أن يعادل ترضية أو جودة منافسيه المستقبليين. الذى وصفته حتى الآن يعنى أن عملية حل المعضلات أيا كان الموضوع أو المادة أو التقنية الخاصة بالنقد العقلانى المتصلة به: الحل العلمى للمعضلات دائماً ما يحتوى على منهج معين من النقد العقلانى يسمى "الاختبار التجريبي" عندما تنافس نظريتان أو أكثر ويظهران تنبؤات متعارضة حول مخرجات تجربة ما فإن التجربة هى التى تحدد ومن ثم تهجر النظرية أو النظريات التى أتت بتنبؤات زائفة. البناء الفعلى للحدوس العلمية يركز على العثور على الشروح القابلة للاختبار التجريبي وعلى نحو

مثالي. نحن نستهدف الاختبارات التجريبية الحرجة تلك التي تكون مخرجاتها، أيا كانت، مشيرة إلى زيف واحدة أو أكثر من النظريات التي سبق أن حظيت برضانا عنها. هذه العملية يبرزها (الشكل ٢-٣). سواء كانت الملاحظات المتضمنة في العضلات المثيرة (المرحلة الأولى) وسواء كانت أو لم تكن النظريات المرضية قد صممت خصيصاً (في المرحلة الثانية) لتكون قابلة للاختبار تجريبياً فإنها في هذه المرحلة الحرجة من الاكتشاف العلمي (المرحلة الثالثة) فإن الاختبار العلمي وحده هو الذي سيلعب دوره الحاسم والمميز. هذا الدور هو الذي سيظهر عدم رضانا عن النظريات التي كافحت لإثبات صدقها بكشفه أن تفسيراتها قد أدت إلى تنبؤات زائفة.

هنا لا بد أن أشير إلى اللاتماثل المهم بين النفي التجريبي والتأكيد التجريبي. حيث يحيل التنبؤ غير الصحيح على نحو تلقائي التفسير القائم إلى تفسير غير مريح، والتنبؤ الصحيح لا يقول شيئاً على الإطلاق عن ذات التفسير. التفسيرات التي هي نوع من "النفايات" والتي تدعى تنبؤات صحيحة لا تساوي شيئاً مثلها مثل الحماس المصاحب لظاهرة الأطباق الطائرة. وعلماء التأمير والعلماء الزائفين بكل تنوعاتهم لا يجب أبداً أن نضعهم في البال.



(شكل ٢-٣) كيف يتم الاكتشاف العلمي

إذا كانت نظرية ما عن وقائع تمت ملاحظتها غير قابلة للاختبار، أي عندما لا تُحكّمها الملاحظات الممكنة، فإنها بذاتها لا يمكنها تفسير لماذا وقعت هذه الوقائع بالصورة التي لاحظناها عليها ولا بأي طريقة أخرى. على سبيل المثال فإن نظرية تأثير

الملائكة على حركة الكواكب ليست مستقرة لأنه مهما كان شكل حركة هذه الكواكب فسوف ينسب ذلك إلى الملائكة. ولذا فإن نظرية الملائكة لا يمكنها تفسير الحركات المميزة التي نراها، إلا لو أُلحقت بها نظرية مستقلة عن كيفية تحرك الملائكة. وذلك لأن هناك قاعدة منهجية في العلم والتي تقول أنه عندما تكون هناك نظرية قابلة للاختبار التجريبي واستطاعت أن تجتاز الاختبارات المناسبة، بينما النظريات المنافسة لها حول ذات الظاهرة تكون أقل منها في هذا الشأن، فإنه يتم باختصار رفض هذه الأخيرة لأن شروحها ستعتبر في مستوى أدنى من الأولى. هذه القاعدة هي التي تميز العلم عن كل صنوف الإبداعات المعرفية. ولكن إذا اعتبرنا وجهة النظر القائلة أن العلم هو التفسير سوف نجد أن هذه القاعدة هي بالفعل تمثل حالة خاصة تنطوي عليها وبشكل طبيعي كل حلول العضلات: النظريات القابلة لإعطاء تفسيرات أكثر تفصيلاً هي التي تكون مفضلة تلقائياً. وهي مفضلة لسببين. الأول هو أن النظرية التي تعرض "رقبتها" للضرر بأن تكون أكثر تحديداً حول الظاهرة المعينة تفتح وكذلك منافسيها على دفعهم لمزيد من أشكال النقد، ومن ثم فهناك مزيد من الفرص نحو التقدم إلى الأمام في عملية حل العضلات، والثاني ببساطة أنه إذا قاومت مثل هذه النظرية ما يوجه لها من نقد فإنها تترك مجالات أقل من غير المُفسّر الذي هو بدوره موضوع "التجريب".

لقد أشرت توا أنه حتى في غالبية العلم فإن النقد لا يشتمل على اختبارات تجريبية ذلك أن معظم النقد العلمي لا يوجه مباشرة إلى ما تتنبأ به النظريات وإنما يتوجه مباشرة إلى ما تسفر عنه من تفسيرات. اختبار التنبؤات هو طريقة غير مباشرة (ولو أنه بصفة استثنائية من الوسائل القوية عندما يكون متوفراً) لاختبار الشروح ذاتها. أعطيت في الفصل الأول مثال "العلاج بالحشائش - النظرية القائلة بأن التهام كيلو جرام منها سيشفى من مرض البرد المؤلف لنا". هذه النظرية وعدد غير محدود من ذات الفصيل جاهزة للاختبار. ولكننا ننتقدها ونرفضها دون تجشم القيام بأية

تجارب، لأنها وبشكل واضح تقوم على أساس لا يشرح لنا المزيد سوى الكشف عن ما تقدمه لنا النظريات المتناقضة معها ولأنها تمدنا بتأكيدات جديدة مشروحة.

مراحل الاكتشاف العلمى تتضح فى الشكل ٣ - ٢ وهى نادراً ما تستكمل تتابعاتها لدى أول محاولة. عادة ما يكون هناك مراجعة تَعَقُّبِيَّة بعد انتهاء كل مرحلة وقبل الانتقال للمرحلة التى تليها أو حتى إتمام حلها، لأن كل مرحلة قد تظهر لنا مشكلة هى بذاتها تحتاج بدورها للمراحل الخمسة من أجل عملية حلها كمشكلة ثانوية. وهذا قد يقع حتى للمرحلة الأولى لإنشاء المشكلة حتى تكون ثابتة وغير قابلة للتغيير. إذا لم نستطع التفكير فى حل مقترح ربما نرجع للمرحلة الأولى للمشكلة الأصلية ونحاول إعادة تشكيل العضلة أو حتى تخير عضلة أخرى.

بالطبع فإن وضوح عدم القابلية للحل هو واحد من بين أسباب عديدة لما نجده مرغوباً منا عادة للقيام بإجراء تعديلات على العضلة التى نحن بصدد حلها. ثمة تنوعات من العضلات يكون من المتعذر تجنب طابعها الإثارى، أو تكون ذات صلة بمعضلات أخرى، وبعضها يكون تم تشكيلها بطريقة أحسن، وبعضها يحتوى على إمكانية إثماره على نحو ثرى أو بشكل أسرع أو أيا ما كان. وفى حالات عديدة يكون المطلوب هو تحديد ما هى المشكلة بالضبط. وما الذى ستساهم به فى مجال التفسير الجيد، كليهما يؤديان إلى تلقيها المزيد من النقد والحدوسات مثل ما تلقاه الحلول التجريبية.

ويتشابه مع ذلك، إذا لم تنجح انتقاداتنا خلال المرحلة الثالثة فى التفرقة بين النظريات المتنافسة، فإننا نعلم إلى محاولة اختراع مناهج جديدة للنقد وإن بدا أن ذلك لا يفلح فعلياً أن نعود القهقري للمرحلة الثانية ونحاول تشذيب الحلول المقترحة (والنظريات القائمة) لاستخراج المزيد من الشروح والتنبؤات ليصبح من السهل العثور على ما فيها من خطأ. أو ربما نتراجع إلى المرحلة الأولى ونحاول إيجاد معيار يتواءم مع التفسير. وهكذا.

ليس هناك فقط مجرد المراجعة التعقّبية ولكن كثيرا من المشكلات الفرعية تبقى نشطة في وقت واحد ليبرز الملائم منها في الوقت المناسب. وربما تظهر فقط في حال إتمام الاكتشاف جدلية عادلة تستتبعها. الحالة كما في الشكل ٣ - ٣ . يمكنها أن تبدأ مع النسخة الأخيرة والأجود من العضلة وهذا بالتالي يمكن أن يطلعنا كيف لبعض النظريات المرفوضة لا تتمكن من مقاومة النقد، وأيضاً إبراز النظرية الناجحة وتقول لنا كيف قاومت النقد، يمكنها أن توضح كيف حاد المرء عن النظرية الباطلة وفي النهاية يمكنها أن تشير إلى بعض العضلات المستجدة التي ينشئها الاكتشاف نفسه ويسمح بها.

في أثناء استمرار العضلة في مرحلة الحل يكون تعاملنا مع مجموعة كبيرة من الأفكار غير المتجانسة ومثلها النظريات والمعايير المتنوعة جداً، وهي جميعاً تتنافس في البقاء. هناك تبدل دائم للنظريات لأنها إما تتعدل أو تحل محلها نظريات جديدة. وعلى هذا فهي جميعاً تنصاع للتنوع وعمليات الانتقاء طبقاً لمدى طوعية المعيار المستخدم للتنوع والانتقاء. العمليات بأسرها تشبه التطور العضوي. العضلة تشبه أن تكون "نيش" (كوة غير نافذة في حائط ما لوضع تمثال أو ما أشبه) في وسط بيئة ما، بينما النظرية أشبه بجينة (مُورثة) أو نوع تم اختباره بواسطة ذلك النيش. النظريات المتنوعة، مثل التغير الإحيائي للجينات، يتم إنشائها باستمرار، أما الأقل نجاحاً في تنوعها فهي تهمد وتنقرض بينما يحل محلها التنوع الناجح. النجاح هو القابلية المتكررة للبقاء تحت ظروف الضغوط المختارة - النقد - وأن يتحملها هذا النيش، كما أن المعيار هنا (المستخدم في النقد) يعتمد جزئياً على السمات الفيزيائية وفي جزئه الآخر على مدى مساهمة الجينات والأنواع الأخرى (أي الأفكار الأخرى) التي تتواجد هناك. ووجهة النظر عن العالم التي قد تكمن في النظرية القائمة بحل المشكلة، والملاحم المميزة للأنواع الجديدة التي تعاود دورتها على النيش هي عبارة عن خواص تنبثق عن العضلة أو النيش نفسه. وبكلمات أخرى فإن الحصول على الحلول هو أمر معقد في

ذاته. ليس ثمة وسيلة بسيطة لاكتشاف طبيعة الكواكب، فلنقل مثلاً وضع نقد لنظرية الأفق السماوى وبعض الملاحظات الإضافية، يشبه القول بعدم وجود وسيلة بسيطة لعمل تخطيط الـ DNA لدب "الكوالا" (حيوان أسترالى من ذوات الجراب) أو شجر الايكاليبتوس (شجر تستخدم أوراقه وأزهاره فى مجال الطب والتطبيب). التطور أو المحاولة والخطأ التى تركز خصيصاً على التشكيل العمدى للمحاولة والخطأ هى التى تسمى الاكتشاف العلمى وهى بذاتها التى تمثل الوسيلة الوحيدة.

لهذا السبب، قرر بوبر فى نظريته أن المعرفة لا يمكن أن تنمو إلا عبر الحدس والرفض، على النحو الماثل فى الشكل (٣ - ٢) "التطور المعرفى". هى رؤية توحيدية مهمة وسوف نرى وجود علائق أخرى بين هذين الفرعين. ولكننى لا أرغب فى المبالغة فى مشابهة الاكتشاف العلمى والتطور البيولوجى لوجود ثمة فوارق هامة أيضاً. واحد من الفروق أن التنوع البيولوجى (التغيرات المفاجئة) هى بمثابة الشئ النادر والأعمى والذى لا هدف له، بينما فى الحل البشرى للمعضلات فإن إنشاء حدوس هو فى حد ذاته أمر معقد، وعمليات محملة بالمعرفة المستقاة من نية أو تصميم الأشخاص المعينين. وربما من الفروق المهمة أنه ليس ثمة مجادلة متكافئة مع علم البيولوجى. كل الحدوس لا بد أن تكون قابلة للاختبار التجريبي، وهو السبب فى أن التطور البيولوجى يكون أبطأ وأقل كفاءة. ومع ذلك فإن الصلة بين هذين النوعين من العمليات أبعد من مجرد التماثل أو التشابه بينهما، أنهما اثنتان من الأفرع الأربعة الأساسية المحببة لدى لتفسير نسيج الحقيقة.

فى كليهما سواء فى العلم أو البيولوجيا فإن التطور الناجح يعتمد على إنشاء وبقاء المعرفة الموضوعية والتى تسمى فى البيولوجيا: "التكيف". أى بمعنى أن قابلية نظرية ما أو جين ما للبقاء فى "نیش" ليس مجرد وظيفة جاءت بالمصادفة أو كيفما اتفق نابعة من بنائها وإنما يعتمد على هل هناك صدق كاف ومعلومات مفيدة عن النيش

متضمنة فيه أو غير قائمة (أقصد هذه المعلومات) وسوف أذكر المزيد عن هذا فى الفصل الثامن.

الآن يمكننا البدء فى رؤية ما الذى يحكم على التداخل الذى نستخلصه من الملاحظة. إننا لا نستخلص أبداً التداخل من الملاحظة وحدها، ولكن الملاحظة قد تصبح ذات معنى فى مجرى المناقشة عندما تكشف العوار فى التفسيرات المتنافسة. نحن نتخير النظرية العلمية بسبب المناقشات، التى يعتمد القليل منها على الملاحظة، التى نرضينا (لحظياً) عبر تقديمها لنا تفسيرات تبين لنا أن كل النظريات المنافسة لها أقل صدقاً وأقل اتساعاً وعمقاً.

خذ وقتاً لتقارن فيه الشكل (٣ - ١) والشكل (٣ - ٢) وانظر الآن على مدى الاختلاف بين مفهومي هاتين العمليتين العلميتين. الاستقراء هو الملاحظة - بينما يكون هناك تنبؤ حين يكون هناك معضلة وتفسير، هذا ما يحدث فى الواقع. يفترض الاستقراءيون أن النظريات تستخلص - إلى حد ما - أو يرجى تراكمها عبر الملاحظة أو يرجى تقويمها من خلال الملاحظة، بينما فى الواقع تبدأ النظريات كتقويم للحدوس فى عقل الكائن وهو بالتحديد ما يفوق الملاحظة فى الأهمية التى تحكم بين النظريات المتنافسة. الاستقراء يريد أن يحكم على التنبؤ كما يتمسك به كشيء يقع فى المستقبل. حل المعضلات يقوم على أساس كونه تفسيراً أفضل من ذلك المتاح فى الحاضر. الاستقراء أمر خطر يقود الذهن إلى عدة أنواع من الخطر، ويبدو من الظاهر أنه جدير بالمعقولة إلا أنه سطحي وغير صحيح.

عندما ننجح فى حل مشكلة علمية أو غير ذلك فإننا ننتهى بمجموعة من النظريات ولو أنها ليست خالية من المشاكل، ولكننا نجدها مفضلة لدينا عن النظريات التى بدأنا بها. ومن ثم تتوقف مساهمة تلك الجديدة على ما نراه من نواقص أو عيوب فى النظريات الأصلية وكيف كانت المشكلة ذاتها. إن العلم يتسم بمشكلاته كما بمنهجه.

والفلكيون الذين حلوا المشكلة من خلال خرائط البروج دون مغامرة إثبات عدم صحتها من عدمه لم ينشئوا لنا ما يمكن أن يستحق تسميته بالمعرفة العلمية حتى لو استخدموا مناهج علمية عبقرية (مثل استخدام بحوث السوق) ولو كانوا أنفسهم مستريحين لما توصلوا إليه من نتائج. العضلة في العلم العبقري هي على الدوام أن نفهم بعض وجوه نسيج الحقيقة بالعثور على تفسيرات واسعة وعميقة وصادقة ومحددة ما أمكن ذلك.

وعندما نزن أننا قمنا بحلعضلة فمن الطبيعي أن نتبنى النظريات الحديثة كمفضلة لدينا على تلك المجموعة القديمة. وهذا يرجع إلى اعتبارنا العلم وسيلة لاستهداف التفسير وحل العضلات وليس مبرزاً لمشكلة الاستقراء. ومن ثم ليس في الأمر غموضاً أننا مجبرون مؤقتاً على قبول التفسير على أنه أقصى وأحسن ما يمكن التفكير فيه.



## اصطلاحات :

الإنانية: Solipism	النظرية القائلة بأن ثمة عقل واحد هو الموجود، وما يبدو لنا على أنه حقيقة خارجية هو علم يأخذ مكانه في العقل.
مشكلة الاستقراء: Problem of induction	طالما أن النظريات العلمية لا يمكن الحكم عليها أو تقويمها من خلال التجربة، ما الذي سيحكم عليها إذن؟
الاستقراء: Induction	عملية مخادعة أو وهمية يفترض أن يتحصل عنها النظريات العامة، أو يحكم عليها عبره ومن الملاحظات المتراكمة.
المعضلة: Problem	توجد المشكلة عندما يبدو لنا أن بعض النظريات القائمة لدينا خاصة تلك التي تحوى شروحات وتفسيرات، وكأنها غير ملائمة وتستحق محاولة إثباتها.
النقد: Criticism	النقد العقلي هو الذى يفاضل بين النظريات المتنافسة بهدف العثور على أيها يقدم لنا تفسيراً أفضل طبقاً للمعيار المتضمن فى المشكلة.
العلم: Science	هدف العلم يتمثل فى فهم الحقيقة من خلال التفسيرات. المنهج المميز للنقد فى العلم (ولو أنه ليس الوحيد) هو الاختبار التجريبي.
الاختبار التجريبي (المعملي): Experimental Test	ما يعنيه الاختبار التجريبي أن نتائج التجربة تدحض واحدة أو أكثر من النظريات المتنافسة.

## الخلاصة:

فى بعض المناطق الأساسية فى العلم تقودنا ملاحظة التأثيرات الصغيرة أو تلك الحاذقة والماهرة إلى نتائج مهمة وخطيرة حول طبيعة الحقيقة. إلا أن هذه النتائج لا يمكن أن تُستخلص من الملاحظة عبر المنطق الصرف. إذن ما الذى يجعلنا مجبرين عليها؟

تلك هى مشكلة الاستقراء وطبقاً للاستقراء فإن النظريات العلمية يتم اكتشافها من خلال تقدير النتائج من خلال الملاحظة ويحكم عليها عندما نتحصّل على الملاحظات المؤيدة لهذه النتائج. وفى الحقيقة فإن التسبيب الاستقرائى لا يصلح كما أنه يستحيل معه تقدير نتائج الملاحظة دون أن يكون لدينا إطار عام للتفسير. ولكن رفض الاستقراء والحل الحقيقى لمشكلة الاستقراء تعتمد على التمييز بين أن العلم ليس عملية الحصول على تنبؤات من خلال الملاحظة ولكنه عملية العثور على تفسير. نحن نبحث عن التفسير عندما نواجه مشكلة قائمة. حينها نقصد إلى عملية حل العضلات. النظريات المفسرة الجديدة تبدأ عندما نقوم الحدوس، والتي يتم نقدها ومقارنتها طبقاً للمعيار المتضمن فى المشكلة. والحدوس التى لا تقاوم أو تفشل فى التصدى للنقد يتم هجرها. أما التى تستطيع البقاء تصبح هى النظريات المتنافسة الجديدة، والتي يكون من بينها ما يحتوى على مشاكل وبالتالي تقودنا إلى البحث عن تفسيرات أفضل. والعمليات بأكملها تستلزم نمواً قريباً من النمو البيولوجى.

ونحن هكذا نكتسب مزيداً من معرفة الحقيقة عن طريق حل العضلات والعثور على تفسيرات أفضل. وعندما يكون كما يقال هو أن العضلات والتفسيرات مركزها العقل البشرى الذى يرجع قوة تسببيه لها إلى قدرة العقل البشرى ومدى عصمته من الخطأ، ومدى إمدادنا بالمعرفة يعتمد على الحواس وكأنها بدورها بعيدة عن الخطأ. ما الذى يخول العقل البشرى إذن لى يستخلص النتائج عن الشئ والحقيقة الخارجية من خلال الموضوعية الخالصة للتجربة والسبب.

## الفصل الرابع

### معيـار للحقيقة



يشهد الفيزيائي العظيم جاليليو جاليله (\*) Galileo Galilei - وإن كان ذلك محل جدل - بأنه أول فيزيائي بالمعنى الحديث كان قد أجرى عدة اكتشافات ليس فقط في مجال الفيزياء وإنما أيضاً في منهجية العلم. لقد أحيى من جديد الفكرة القديمة بأن التعبير عن النظريات العامة عن الطبيعة يمكن أن يكون بشكل رياضي، والبرهنة عليها بتطوير التجريب التقليدي الاختباري لها وهو ما يميز العلم كما نعرفه. ووجد أنه من الملائم تسميتها: أسمنت الاختبار "Cimeti" أو اختبار المحن Ordeals (وسيلة عتيقة لاكتشاف المجرم الحقيقي من خلال طرق كان يُعتقد أنها خاضعة لقوى خارقة). كان من أوائل من استخدموا التلسكوب لدراسة الأشياء الموجودة في الأفق السماوي، كما جمع الأدلة وقام بتحليلها على نظرية مركزية الشمس وهي النظرية القائلة بأن الكرة الأرضية تدور حول الشمس في مدار كما تدور حول نفسها (محورها) بشكل مغزلي. وهو معروفاً جيداً بأنه المدافع والمؤيد لتلك النظرية وبصراعه المأساوي مع الكنيسة والذي قاده إلى مصيره البائس. في عام ١٦٢٣ حوكم عن الهرطقة وتم إجباره تحت التهديد بالتعذيب على الركوع وأن يقر علانية وبصوت مرتفع، وعلى نحو مهين، شجبه للأمر بأن يقسم بالتخلي عن اعتقاده بالنظرية باعتبارها نظرية ملعونة ومكروهة، (وتكمل الأسطورة وبشكل ربما لا يكون صحيحاً.. بأنه اقترب في انحنائه إلى قدميه وتمتم بما معناه "ولكنها تدور" يقصد الأرض بالطبع) وعلى الرغم من تخليه المعلن فقد أُدين وحُكم عليه بتحديد إقامته في منزل بقي فيه حتى وفاته. ولو أن هذا العقاب بالمقارنة مع غيره يعد متساهلاً فقد أدى الغرض منه تقريباً.

---

(\*) جاليليو جاليلي Galileo Galilei (١٥٦٤ - ١٦٤٢) فيزيائي إيطالي وفلكي ورياضي، ويعتبر أول من استخدم تلسكوباً من صنعه والذي وصل من خلاله إلى أدلة عن دوران الأرض حول الشمس بما يخالف ما كان سائداً وقتئذٍ حيث تمت معارضته وإجباره على التخلي عن معتقده من خلال محاكمته أمام محاكم التفتيش واعتقاله في منزله للسنوات الثماني الأخيرة من عمره والتي استغرقها في البحث، وتعتبر من أهم إنجازاته أيضاً تأسيس علاقات رياضية ضد المنطق اللفظي الأرسطي وإصراره على ما عبّرت عنه مقولته الشهيرة: "كتاب الطبيعة مكتوب بشكل رياضي". (المترجم)

وكما قال جاكوب برونووسكى (\*) Jacob Bronowski : كانت النتيجة هي الصمت التام فى أوساط العلماء الكاثولوليكين فى كل مكان منذ ذلك الوقت.. كان تأثير المحاكمة والعقوبة المترتبة عليها هو وضع نهاية - للتقليد العلمى فى منطقة البحر الأبيض المتوسط " (من كتابه " صعود البشرية" (\*\*) The Ascent of Man ص ٢١٨).

كيف لجدل حول الشكل العام للنظام الشمسى أن تصل توابعه إلى هذا الحد البعيد، وكيف للمساهمين فيه أن يدفعوه على هذا النحو الذى يمكن وصفه بالعاطفية. ذلك لأن الجدل الحقيقى لم يكن حول أن للنظام الشمسى شكلاً معيناً دون غيره، وإنما كان عن دفاع جاليليو العبقري عن أسلوب جديد وخطر معاً للتفكير فى الحقيقة. ليس بالطبع حول وجود الحقيقة لأن كلا من الكنيسة وجاليليو كانا من المؤمنين بالواقعية ووجهة النظر النابعة من الحس العام والفطرة السليمة بأن الكون الفيزيائى الخارجى موجود وأنه يؤثر فى حواسنا، بما فيها حواسنا التى تدعمها الأدوات مثل التلسكوب بالنسبة للعين. إنما الذى اختلف فيه جاليليو عن غيره هو مفهومه عن العلاقة بين الحقيقة الفيزيائية من ناحية وبين الأفكار البشرية والملاحظة والتسبيب من الناحية الأخرى. لقد آمن بأن الكون يمكن فهمه من خلال عبارات كونية مصاغة فى شكل قوانين رياضية. وأن هذه المعرفة الموثوق بها أو التى يمكن الاعتماد عليها والمستقاة من

---

(\*) جاكوب برونووسكى Jacob Bronowski (١٩٠٨ - ١٩٧٤) رياضى إنجليزى من أصل بولندى، حصل على دكتوراه الرياضيات من جامعة كامبردج وتقلد مناصب عدة منها العمل كخبير علمى فى الحرب وبعد مشاهدته رأى العين للدمار الذى سببته القنبلة الذرية على نجازاكى قرر بشكل إنسانى الابتعاد عن بحوث الحرب، وحول اهتمامه إلى علوم الحياة ودراسة الطبيعة البشرية وتقديم الحضارات وقام بالتبشير بإنسانية جديدة موحدة معتبراً أن العلم يحتاج لروح شعبية جماعية لكى يؤتى ثماره. (المترجم)

(\*\*) يقصد رفع اللبس لدى القارئ فإن كلمة ascent تعنى الصعود والتقدم كما تشير المعاجم، وثمة كتاب بعنوان Descent of Man وهى كلمة تشير إلى الأصل أو السلالة أو التحرر، وهو منسوب لتشارلز دارون؛ وجرت ترجمته فى ثلاثة مجلدات بعنوان عربى: "نشأة الإنسان"، العدد ٩٢٩ من المشروع القومى للترجمة تحت إشراف د. جابر عصفور، وكان القائم بالترجمة هو الدكتور مجدى المليجى الأستاذ بقسم الطب الشرعى بكلية طب جامعة عين شمس (المترجم)

تلك القوانين الرياضية من السهل للبشرية الوصول إليها إذا استخدمت منهجه في التشكيل الرياضي للصيغ والاختبارات التجريبية المعتادة. وكما وصفه: "كتاب الطبيعة مكتوب عبر رموز رياضية". لقد كان الغائب خلف الأمر هو المقارنة بين ذلك وكتاب آخر هو وحده الجدير بالاعتماد عليه!!

لقد فهم جاليليو أن منهجه هو الجدير بالاعتماد عليه فأينما أُستخدم فإن نتائجها يمكن تصحيحها وإثباتها عن أي نتائج صادرة عن أي منهج آخر. ولذلك أصر على أن التسبب العلمي لا بد أن تكون له الأولوية لا على الحدس أو البديهة ولكن أيضاً على الحس العام أو الفطرة السليمة وأيضاً على التعاليم الدينية والوحي المقدس. هذه الفكرة بالتحديد، وليس نظرية مركزية الشمس تلك، هي التي اعتبرت السلطات فكرة خطيرة (وقد كانوا على حق، لأن هذه الفكرة بالذات هي التي كانت وراء الثورة العلمية والتنوير، ووراء الأساس غير الديني للحضارة الحديثة). ولم يكن من المسموح به الدفاع عن نظرية مركزية الشمس أو التمسك بها كتفسير لمظهر السماء الليلية. أما المسموح هو التمسك والدفاع والكتابة عن مركزية الشمس كمنهج لعمل التنبؤات. لهذا كان كتاب جاليليو "حوار بين النظامين الرئيسيين للعالم" والذي يقارن فيه بين نظريتي مركزية الشمس ومركزية الأرض، قد قام بطبعه وكلاء الكنيسة المفوضين منها. حتى أن البابا نفسه كان قد سمح لجاليليو بكتابة مثل هذا الكتاب (ولو أن وثيقة خداعية قُدمت خلال المحاكمة وكانت تعني أنه قد تم منع جاليليو من مناقشة الموضوع من الأساس).

ومن الملاحظات الطريفة أنه في زمن جاليليو لم يكن قد ثبت بعد أن التنبؤات التي تعطيها نظرية مركزية الشمس أفضل من تلك التي تعطيها نظرية مركزية الأرض، لم تكن تلك المفاضلة مما يمكن الجدل حوله. الملاحظات التي كانت متاحة لم تكن على درجة كافية من الدقة. كما أن مقترحات الإصلاح لأي منهما مالت بصفة خاصة لعدم إثبات صحة نظرية مركزية الأرض، وكان من الصعب تقويم القوة التنبؤية لأي من

النظريتين المتنافستين، والأكثر من ذلك أنه عندما نجىء للتفاصيل فقد كانت هناك أكثر من نظرية عن مركزية الشمس. لقد اعتقد جاليليو أن الكواكب تتحرك فى دوائر، بينما فى الحقيقة فإن مداراتها أقرب ما تكون إلى ما يعرف بـ "القطع الناقص". ولذا فلم تتناسب أو تتواءم قائمة المعلومات مع النظرية الخاصة بمركزية الشمس المحددة التى تبناها جاليليو ودافع عنها. (وبصفة خاصة لأنه كان مقتنعاً بالملاحظات المتراكمة أو التى تكسبت لديه!). ولكل هذا فإن الكنيسة لم تتخذ موقفاً من هذه المناظرة. الاتهام لم يهتم أين تبدو الكواكب على أنها قائمة هناك، كل ما اهتمت به هو الحقيقة. انصب اهتمامها على أين توجد الكواكب فى الواقع، وكانوا يريدون فهم الكواكب من خلال التفسير، على نحو ما فعله جاليليو بالضبط. وربما يقول الذرائعيون والوضعيون أنه ما دامت الكنيسة كانت على استعداد لقبول تنبؤات جاليليو القائمة على الملاحظة فإن أى اتفاق آخر بينهما كان سيبدو وكأنه على سبيل الحماقة، وأن ما همس به "ومع ذلك فهى تدور" فهو مما لا معنى له. ولكن جاليليو عرف ما هو أكثر وهكذا جاء الاتهام. فعندما رفضوا اعتمادية المعرفة العلمية فقد كان الذى يدور بخلدكم هو الجزء التفسيري لهذه المعرفة.

لقد كانت نظرتهم للعالم زائفة، ولكنها لم تكن غير منطقية لقد أقروا بالاعتقاد بالوحى وسلطة التقاليد كمصادر للمعرفة التى يُعتمد عليها. ولكن كان لديهم سبباً مستقلاً لنقد معتمدية المعرفة المتحصلة عن مناهج جاليليو. كان يمكنهم ببساطة الإشارة إلى أنه لا يمكن لأى كم من الملاحظات والمناقشات أن يبرهن أن أيا من تفسيرات ظاهرة فيزيائية هو الصحيح بينما آخر على خطأ. وعلى نحو ما قالوا به فإن الرب يمكنه أن ينتج التأثيرات الملاحظة بما لا نهاية له من العَجَب، وبالتالي فإنه من الخيلاء المحضة والخطيرة إدعاء أن ثمة طريقة للمعرفة، مجرد الملاحظات الشخصية غير المعصومة والتسبيب الشخصى هو أو هى التى تحدد الطريقة التى اختارها الرب.



وإلى حد ما فقد كانوا يناقشون الأمر وهم يبدون تواضعهم باعتبار التعريف بأن البشر غير معصومين من الخطأ. وإذا كان جاليليو يدعى بأن نظرية مركزية الشمس قد تمت البرهنة عليها إلى حد ما، أو هي قريبة من ذلك، فإنهم بشكل ما كانوا على درجة من الحق على نحو استنتاجي. إذا كان جاليليو يظن أن مناهجه تعطى أو تمنح سلطة على أى نظرية بالمقارنة مع السلطة التي وفرتها الكنيسة لتعاليمها، فقد كانوا إذن على حق لانتقاد غطرسته وتعاليمه (وكما صوروها هم على أنه من قبيل التجديف والهرطقة) ولو أنهم - بنفس المعيار - كانوا أكثر غطرسة منه.

كيف لنا إذن أن ندافع عن جاليليو إزاء هذا الاتهام؟ ماذا سيكون عليه دفاع جاليليو في مواجهة الاتهام بأنه قد تجاوز كثيرا عندما ادعى بأن النظريات العلمية تشمل معرفة معتمدة عن الحقيقة؟ الدفاع البابوي عن العلم كعمليات لحل العضلات أو السعى وراء التفسيرات لم يكن كافياً في حد ذاته. وبالنسبة للكنيسة أيضاً، فقد كانت مهتمة بالتفسيرات وليس التنبؤات، وكانت راغبة في ترك جاليليو يحل العضلات باستخدام أى نظرية يختارها. وإنما فقط لا يقبلون الحلول التي يتوصل إليها (والتي كانوا يسمونها مجرد فرضيات رياضية) والتي تتعلق بالحقيقة الخارجية. حل العضلات أولاً وأخيراً هي عملية تأخذ مكانها في العقل البشري. وربما يكون جاليليو قد رأى العالم وكأنه كتاب قد مررت فيه قوانين الطبيعة من خلال رموز رياضية. ولكن هذا يعد نوعاً من المجاز التام، ليس هناك تفسيرات لمدارات الكواكب لديها هي ذاتها. الواقع أن كل عضلاتنا والحلول التي نتوصل إليها موقعها في داخلنا نحن، وخلقنا في داخلنا. وعندما نصل لحلول العضلات في العلم فإننا نصل لها من خلال التجادل حول النظريات التي تبدو تفسيراتها أفضل لنا. هكذا وبدون أى وسيلة لإنكار أنها جيدة وصحيحة ومفيدة لنا في حل العضلات، فإن أصحاب نظرية الاتهام والشكّاء المحدثون لهم الحق أن يتساءلوا: ما علاقة الحل العلمى للمشاكل بالحقيقة؟ ربما نجدها أحسن التفسيرات التي توافقنا نفسياً. ربما نجد فيها وسيلة لصنع تنبؤاتنا. ولكننا بالتأكيد

سنجدها أساسية فى أى منطقة تتعلق بالإبداع التقنى، كل هذا يحكم سعيينا الدائم للبحث عنها بهذه الطرق. لكن ما الذى يجبرنا على اعتبارهم كحقيقة قائمة؟ الاقتراح الذى أجبرت سلطة الاتهام جاليليو على المصادقة عليه كان من تأثيره ما يلى: أن الأرض فى واقع أمرها ثابتة (أو فى حالة سكون) بينما الشمس وسائر الكواكب فى حالة حركة حولها، ولكن المسارات التى ترحل فيها هذه الأجسام الفلكية فهى قائمة بطريقة معقدة، حيث حين تُرصد من موقع ملائم على الأرض فإنها تبدو أيضاً كما الشمس فى حالة سكون بينما الأرض وباقي الكواكب هى التى تتحرك حولها. دعنى أسمى ذلك "نظرية الاتهام" عن النظام الشمسى. وإذا كانت هذه النظرية صحيحة فلا بد أن نظل متوقعين أن نظرية مركزية الشمس من شأنها أن تعطينا تنبؤات صحيحة عن النتائج الناتجة على أساس ملاحظات فلكية نقوم بها على الأرض، حتى ولو كانت زائفة من حيث الواقع. ولهذا تبدو أى ملاحظات مساندة لنظرية مركزية الشمس ستساند أيضاً وعلى نحو مساوى "نظرية الاتهام" تلك.

يستطيع المرء أن يمتد بنظرية الاتهام واضعاً فى اعتباره الملاحظات التفصيلية التى تساند نظرية مركزية الشمس مثل الملاحظات عن "وجوه" الزهرة (أهلّتها) وبعض التحركات الإضافية الصغيرة (المسماة "التحركات الملائمة") لبعض النجوم المتصلة بالأفق السماوى. لفعل ذلك على المرء أن يستنتج مزيد من المناورات المعقدة فى الفضاء تحكمها قوانين فيزياء تختلف عن تلك التى تجرى على ما هو مفترض أن تكون فى الأرض كمحطة (أى فى حالة سكون). ولكن سيكون اختلافاً بطريقة محددة بحيث تحتفظ فيه بقابليتها لأن تلاحظ من أرض تتحرك، وأن القوانين هناك فى الخارج هى نفسها الموجودة هنا. كثير من مثل هذه النظريات ممكنة. بالطبع لو أن اضطرارنا الوحيد هو صنع التنبؤات الصحيحة لكننا قد اخترعنا النظريات التى تقول بما يرضينا عما يجرى فى الفضاء. على سبيل المثال فإن الملاحظات وحدها لا يمكن أن تحكم نظرية تقول بأن الأرض متضمنة داخل "بلانيتاريوم" عظيم (قبة سماوية تشتمل على

نموذج للنظام الشمسي) وأن الموجود خارج هذا البلانييتاريوم أى شىء تريده أو لا شىء على الإطلاق. وأعترف هنا بأنه اعتماداً أو أخذاً في الاعتبار ملاحظتنا في هذه الأيام فلا بد أن يشتمل البلانييتاريوم على انعكاس لراداراتنا، ونبضات الليزر، ويمسك بسفنتنا الفضائية، وبالطبع رواد الفضاء، ويبعث لنا رسائل مزيفة منهم ويعيدهم بعينات ملائمة من صخور القمر، وذاكرة معدلة، وهكذا. ربما تكون نظرية سخيفة ولكن النقطة الهامة هنا أنه لا يمكن أن نختبرها تجريبياً. ولا أنها يمكنها أن تقوم أى نظرية أخرى على أساس وحيد بأنها سخيفة: هيئة الاتهام التي واجهت جاليليو وكذا معظم الجنس البشرى في ذلك الوقت كانوا يعتقدون أن القول بأن الأرض تتحرك هو عين السخف. وعلى كل حال لا نستطيع الشعور بحركاتها، هل نستطيع؟ عندما تتحرك، كما في حالة الزلزال فإننا نشعر بذلك بطريقة غير خاطئة. ويقال إن جاليليو قد أجل لعدة سنوات نشر دعاواه عن نظرية مركزية الشمس ليس خوفاً من الاتهام وإنما من أن يصبح محلاً للسخرية.

بالنسبة لنا تبدو النظرية القائل بها الاتهام ابتداعية ومصطنعة. لماذا يقبل أمراً معقداً على هذا النحو منشأً خصيصاً لكي يبرر لنا لماذا تبدو السماء على ما هي عليه، بينما نظرية مركزية الشمس "غير المحببة" تؤدي نفس الغرض أو الوظيفة في ظروف أقل ضجيجاً؟ ربما نستشهد هنا(\*) بـ "موسى أوكام" Occam's razor : "لا تكثر من الجواهر بما يجاوز الضرورة"، أو كما أفضل أن أضعها في هذه الصورة: "لا تعقد

---

(\*) موسى أوكام (Ockam William (Ockam's Razor) (١٢٤٩ - ١٢٨٥) وهو فيلسوف لاهوتى فرنسيسكاني وكاتب سياسى ومن أبرز مبادئه التي عاشت بعده: ما يعرف باسم "موسى أوكام" (وجرت أدبيات العلم مؤخراً على استخدام "نصل" بدلاً من "موسى") أو قانون الاقتصاد بمعنى أن التعدد (في الكلمات والمعاني) لا يجب اقتراحه بدون موجب أو ضرورة، وقد استخدمه مثلاً في مجال العلاقات بين الأشياء للتخلص من بعضها كتلك التي لا تقدم دليلاً على شىء، أو أنها مجرد متتابعات بنفس المعنى للفكرة الأصلية، وهو مبدأ لا يزال جارياً العمل به لدى المفكرين والعلماء في تبسيط القوانين. (المترجم)

التفسيرات بما يجاوز الضرورة، لأنه لو فعلت ذلك فستبقى التفسيرات المعقدة ذاتها غير مفسرة. ومع ذلك فإن أى تفسير سواء كان أو لم يكن من قبيل "الابتداع" أو "معقدا بغير ضرورة" يعتمد على الأفكار والتفسيرات التى تشكل لدى المرء وجهة نظره عن العالم. ربما ناقش الاتهام (الموجه لجاليليو) أن فكرة الأرض التى تتحرك هى من قبيل التعقيد غير الضرورى. أنها تتعارض مع الحس العام أو الفطرة السليمة؛ كما تتعارض مع الكتاب المقدس، وربما قالوا أن ثمة تفسير جيد وتام دون الحاجة لمثل هذه الفكرة.

ولكن هل هناك فعلا تفسير بهذا الشكل؟ هل حقا تمدنا نظرية الاتهام بتفسيرات بديلة دون أن تقدم حدوسا مقابلة لتعقيدات نظام مركزية الشمس؟ دعنا ننظر عن كثب إلى كيف تشرح نظرية الاتهام الأشياء. إنها تفسر اعتبار ما هو ظاهر عن الأرض كمحطة، بالقول بأنها محطة، وأيا ما كان الأمر جيدا أو بعيدا فمن الناحية الظاهرية (أى دون تعمق) فإن ذاك يعد أفضل من تفسير جاليليو لأن عليه أن يعمل بجد وأن يعارض أفكار الحس السليم عن القوة والقصور الذاتى لكى يشرح لنا لماذا لا نشعر بحركة الأرض. ولكن كيف لنظرية الاتهام أن تناضل من أجل الهدف الصعب المتمثل فى تفسير حركات الكواكب؟

نظرية مركزية الشمس تشرح ذلك بالقول أننا نرى الكواكب تحلق فى السماء بشكل معقد، لأنها بالفعل تدور فى دوائر بسيطة (أو فى شكل القطع الناقص) عبر الفضاء، ولكن الأرض بدورها تتحرك مثلما يتحركون. البحث يشرح كيف نراهم يتحركون فى قطوع ناقصة معقدة لأنهم فى الحقيقة يتحركون كذلك ولكن (وهنا، وطبقاً للنظرية القائل بها الاتهام تظهر روح وجوهر الشرح) هذه الحركة المعقدة تحكمها مبادئ بسيطة: وعلى نحو حرفى فإنهم يتحركون هكذا عندما ينظر إليهم من على الأرض يبدو وكأنهم ومعهم الأرض يدورون فى مدارات بسيطة حول الشمس.

ولكى نفهم الحركات السماوية بمصطلحات هذه النظرية فمن الضرورى للمرء أن يفهم هذا المبدأ، لأن التعقيدات التى تضعها النظرية هى الأساس لكل تفسير تفصيلي

يمكن أن يخرج به المرء لماذا يحدث هذا التزامن السماوى فى يوم كذا، أو لماذا تعود الكواكب لمداراتها عبر السماء فى مدار له هذا الشكل المحدد من القطع الناقص، فلا بد أن الإجابة ستكون "أنهم يفعلون ذلك طالما كانت نظرية مركزية الشمس صحيحة". هنا حالة كونية - كونية الاتهام - التى يمكن فهمها عبر مصطلحات كونية أخرى، كونية مركزية الشمس، متعارضة ولكنها صورية على نحو مخلص فى صوريتها.

إذا كان الاتهام قد حاول بجدية أن يفهم العالم من خلال مصطلحات النظرية التى حاولوا إجبار جاليليو عليها، كان عليهم أيضاً أن يدركوا خطأها القاتل فى أنها فشلت فى حل المعضلة التى تظاهروا بحلها. إنها لم تفسر الحركات السماوية دون أن يقدموا عرضاً لتعقيدات نظام مركزية الشمس". على العكس لم يتجنبوا دمج هذا النظام كجزء من مبدئها فى تفسير الحركات السماوية. المرء لا يمكنه فهم العالم الذى قدمه الاتهام دون أن يفهم نظرية مركزية الشمس أولاً.

ولذلك فنحن على حق إذا نظرنا لهذه النظرية (التى جاءت عبر الاتهام) بأنها التفاف محكم أو مدروس حول نظرية مركزية الشمس بدلاً من أن يكون الأمر بالعكس. إننا لم نصل لهذه النتيجة من خلال تقويم نظرية الاتهام فى مقابل الكونيات الحديثة، وإنما من خلال الإصرار على أخذ نظرية الاتهام بجدية، ومن خلال مصطلحاتها، كتفسير للعالم. لقد أشرت مسبقاً لنظرية "العلاج بالحشائش" التى يمكن دحضها بدون حاجة للاختبارات التجريبية لأنها لا تحتوى على أى تفسير. هنا أيضاً لدينا نظرية ينسحب عليها نفس الوضع لأنها تحتوى على تفسير سيئ، تفسير - وب نفس المصطلحات التى استخدمتها النظرية - أسوأ من أن يكون منافساً أو نداً.

كما قلت أن الذين أقاموا الاتهام كانوا من "الواقعيين" وكانت نظريتهم تتوازي مع ما لدى أصحاب نظرية "الأنانة": كليهما استخلص حدوداً تحكمية ادعوا من خلالها أن التسبب البشرى ليس محورياً - أو على الأقل فى هذا الشأن فإن حل المعضلات ليس له من سبيل لفهمه. بالنسبة لأصحاب "الأنانة" فإن هذه الحدود تطوق أدمغتهم

بإحكام أو ربما مجرد عقولهم النظرية أو روحهم المعنوية. بالنسبة للاتهام وباحتوائه على سائر العالم فإن "الإبداعيين" (أصحاب نظرية الخلق) فى يومنا هذا يعتقدون فى حدود على نفس الشاكلة ليس فيما يتعلق بالمكان فقط وإنما أيضاً فى الزمن لأنهم يعتقدون أن الكون قد أنشئ منذ ستة آلاف سنة فقط وتم عبر أدلة زائفة نددت عنها أحداث سابقة. "السلوكيون" لديهم عقيدة لا تفيد معنى تام فى تفسير السلوك البشرى من خلال مصطلحات عن عمليات داخلية. بالنسبة إليهم فإن علم النفس الصحيح والشرعى هو دراسة رد الفعل الملاحظ للناس تجاه المثيرات الخارجية. وهكذا فقد استخلصوا حدوداً كتلك التى صنعها أصحاب "الأناثة" بفصلهم العقل البشرى عن الحقيقة الخارجية، ولكن بينما ينكر هؤلاء الأخيرون أن يكون للتسبيب خارج تلك الحدود أى معنى فإن السلوكيين ينكرون أى معنى للتسبيب من خلال الداخل.

ثمة هنا مدى واسع من النظريات المتصلة ببعضها البعض ولكننا يمكن على نحو له فائدة أن ننظر إليها كتنوعات لنظرية "الأناثة". أنها تختلف فى من أين استنتجت حدود الحقيقة (أو الحدود حول الجزء من الحقيقة الذى يمكن فهمه عبر حل العضلات)، كما يختلفون فى كيف ومن أين يكون سعيهم للمعرفة من خارج تلك الحدود. ولكنهم جميعاً يمكن اعتبارهم من قبيل العقلانية العلمية بينما حلول العضلات هى تطبيقات خارج تلك الحدود - مجرد لعبة أو مباراة. هم ربما يذعنون لأن بعض الألعاب قد تكون مفيدة أو مرضية ومهما كان فهى فقط ألعاب لا يمكن أن نخرج منها بحلول أو نتائج ذات صلاحية عن الحقيقة كما هى خارجنا.

هم أيضاً متشابهون فى موقفهم إزاء حل العضلات كوسائل لخلق أو ابتداء المعرفة، والتى لا يمكن استقراء نتائجها من أى مصدر مطلق للتقويم. واحتراماً لهذه الحدود التى اختاروها فإن كل المشايعين لهم (لكل هذه النظريات) يثقون أو يعتمدون على منهجية حل العضلات، تلك الثقة التى تسعى لأحسن تفسير متاح وكأسلوب للعثور على أصدق نظرية متاحة. ولكن بالنسبة لصدق ما يقبع خارج تلك الحدود، فإنهم

ينظرون في اتجاه آخر، وكل ما يسعون إليه هو مصدر للتقويم المطلق. وبالنسبة لأهل الدين فإن الوحي الإلهي هو الذى يقوم بهذا الدور. وبالنسبة لأصحاب "الأناثة" فإنهم لا يثقون إلا فى الخبرة المباشرة المنبثقة من أفكارهم، كما عبر عنها رينيه ديكارت(\*)  
Rene Descartes فى مقولته التقليدية: "أنا أفكر فأنا إذن موجود".

وعلى الرغم من أن ديكارت كان يريد أن يؤسس فلسفته على هذا المبدأ فإنه سمح لنفسه فعلياً بافتراضات أخرى عديدة، هو بالتأكيد لم يكن من أصحاب "الأناثة" بالطبع فربما هناك عبر التاريخ بعض العباقرة منهم (إن وجدوا). "الأناثة" عادة ما يدافع عنها بأنها وسيلة لمهاجمة التسبب العلمى أو لأنها تكتئ لأى من تنوعاتها العديدة. بنفس الطريقة وعبر ذات الحديث فإنه يمكن الدفاع عن العلم تجاه العديد المتنوعين من نقاده، وفهم العلاقة الحقيقية بين السبب والحقيقة من خلال الأخذ فى الاعتبار الجدليات المضادة لـ "الأناثة".

ثمة طرافة فلسفية معروفة حول أستاذ يلقى محاضرة فى الدفاع عن "الأناثة"، وكانت المحاضرة غاية فى الإقناع لدرجة أنه بمجرد الانتهاء منها توجه بعض الطلبة المتحمسون ليشدوا على يد أستاذهم إعجاباً به، وقال أحدهم بجدية: "هائل، أنا متفق مع كل كلمة" وقال آخر: "وأنا كذلك" وعليه قال الأستاذ "أنا ممتن جداً لذلك، إذ من النادر أن يصادف المرء فرصة الالتقاء بمن يعتقدون بـ (الأناثة)".

إن مغزى هذه اللمحة أنها تحوى جدلاً عبقرياً مضاداً للأناثة وذلك على النحو التالى: ما هى بالضبط النظرية التى وافق عليها الطلبة؟ هل هى نظرية الأستاذ بأنهم

---

(\*) رينيه ديكارت Rene Descartes (١٥٩٦ - ١٦٥٠) فيلسوف فرنسى وعالم رياضاة، ويعرف على أنه أبو الفلسفة الحديثة ومنشئ مذهب الشك المنهجية من أجل إعادة البناء، ومن مقولاته الأشهر ما يعرف باسم الكوجيتو الديكارتي "أنا أفكر فأنا إذن موجود"، كما أسس ما يعرف بالدليل الأونطولوجى على وجود الله. (المترجم)

أنفسهم غير موجودين لأن الأستاذ فقط هو الموجود؟ لتصديق ذلك فقد كان عليهم أولاً العثور على طريقة قريبة من كوجيتو ديكارت "أنا أفكر فأنا إذن موجود". وإذا ما تمكنوا من ذلك فلن يكونوا من أصحاب الأنانة لأن الرسالة المركزية فى الأنانة أن صاحبها موجود. أو أن كل طالب قد اقتنع بنظرية تتناقض مع نظرية الأستاذ وهى نظرية أن هذا الطالب بالذات هو الموجود أما الأستاذ وسائر الطلبة فليسوا كذلك؟ هذا بالطبع يجعل منهم أصحاب أنانة لكن أى منهم لن يوافق على النظرية التى دافع عنها الأستاذ. وعلى ذلك فأى من هاتين الإمكانيتين لا تُحسب لاقتناعهم بالنظرية التى كان يدافع عنها الأستاذ وهى "الأنانة" أنهم لن يكونوا من المشايعين لها، وإذا أصبحوا كذلك فسيكونون مقتنعين بأن أستاذهم قد أخطأ.

هذه الجدلية تشهد حرفياً بأن الأنانة غير قابلة للدفاع عنها، لأنه بقبول مثل هذا الدفاع فسيتضمن ذلك الوقوع فى التناقض. ولكن أستاذنا كان يمكنه محاولة تجنب ذلك بأن يقول شيئاً من قبيل: "كان يمكننى الدفاع بإحكام عن الأنانة ليس فى مواجهة أناس آخرين، لأنه لا وجود للآخرين، ولكن ضد الجدليات التى تعارض الفكرة. هذه الجدليات قد لفتت انتباهى عبر القوم الحالمين الذين يتصرفون وكأن تفكيرهم يعارض تفكيرى عادة. إن محاضرتى وما تحويها من جدليات لم تكن تهدف إلى إقناع هؤلاء الحالمين، ولكن لتحثنى، وتساعدنى فى تنقية أفكارى".

ومع ذلك فلو أن ثمة مصادر للأفكار تسلك وكأنها مستقلة عن نفس المرء فهى إذن مستقلة عن المرء. لأننى لو دافعت عن نفسى كجوهر واعٍ بأنه لديه الأفكار والمشاعر التى يهتم بأنها لديه، فإن هؤلاء الحالمين الذين يبدو أننى أفاعل معهم هم - بالتعريف - شىء آخر غير ما أعرف به نفسى، وبالتالي لا بد أن أذعن أن شيئاً آخر - سوى - له وجود. واختيارى الآخر، إذا ما كنت من أصحاب الأنانة، هو أن أنظر إلى الحالمين كما أنهم من خلق وعيى الباطن وبالتالي كجزء من نفسى عبر إحساس فاشل. ولكننى لا بد أن أكون مجبراً على أن ذاتى لها بناء ثرى معظمه مستقل عن ذاتى الواعية. وعبر



هذا البناء هناك جواهر - الأناس الحالمون - والذين على الرغم من أنهم مجرد إنشاءات لعقلي الذى يُفترض أنه تابع للأناة، يتصرفون وكأنهم من المُعتبرين مضادين للأناة. ولذا فلا يمكننى أن أكون من أصحاب الأناة كلية لأن تعريفى الضيق لذاتى سوف ينحو هذا المنحى. كثير - ومن الواضح أنهم الأغلب - من الآراء فى عقلى بصفة عامة سوف يتعارض مع "الأناة". يمكننى أن أدرس المنطقة الخارجية عن ذاتى وأجد أنها يبدو أنها تطيع أو تنصاع لقوانين معينة هى نفس القوانين التى يتضمنها الكتاب المبدئى للحالمين والذى يستخدمه ما يسميه هؤلاء بالكون الفيزيائى. وسوف أجد الكثير من العالم الخارجى عنى عما فى منطقة ذاتى أو مما هو داخلى. دع عنك ما يحويه من مزيد من الأفكار فهو أكثر تعقيداً واتساعاً وتنوعاً، وأيضاً لديه العديد من القيم القابلة للقياس والمعايرة، عبر واقع فلكى بالنسبة لما تحويه منطقة "داخلى".

والأكثر من ذلك، أن تلك المنطقة الخارجية تعتبر طيعة للدراسة العلمية باستخدام مناهج جاليليو. ولأننى قد اضطررت لتعريف تلك المنطقة كجزء من نفسى، فإن الإناة لم يعد لديها ما تتجادل به ضد صلاحية مثل هذه الدراسة، التى يتم تعريفها الآن كشكل من أشكال الاستبطان. الأناة تسمح، وبالطبع تأخذ على عاتقها أن المرء يحصل على المعرفة من خلال الاستبطان. ولا يمكنها أن تعلن بأن الجواهر والعمليات التى تمت دراستها ليست حقيقية، طالما أن حقيقة الذات هى المسلمة الأساسية.

وهكذا نرى أنه إذا أخذنا الأناة بالجدية الكافية - إذا اعتبرنا كائنه أمر مفروغ منه أنها صادقة، وأن كل التفسيرات ذات الصلاحية لا بد أن تعمل، دون تردد، وفقاً لها - فإنها بذلك تهدم نفسها. كيف يمكن بالضبط أخذ الأناة بجدية، وأنها تختلف عن منافستها لدى الحس العام: الواقعية؟ الاختلاف يكمن فى إعادة تسمية النظم. الأناة تصر على الإشارة على نحو شخصى إلى أشياء مختلفة (مثل الحقيقة الخارجية، وعقلي الباطن، والاستبطان، والملاحظة العلمية) بنفس الأسماء. وإزاء ذلك فعليها أن

تعيد تقديم التفرقة بين هذه الأشياء عبر تعبيرات مثل "الجزء الخارج عن ذاتي". ولكن ليس هناك مثل هذه التفسيرات الزائدة التي ستكون ضرورية ما لم يكن هناك إصرار على إعادة تسمية النظم بشكل يتعذر تعليقه. يتوجب على الأنانة أيضاً أن تدعى أو تفترض وجود مستوى إضافي من العمليات. العمليات غير المرئية وغير المعللة تلك التي تعطى العقل وهما أو تصورا بأنه يعيش في حقيقة خارجية. أصحاب الأنانة الذين يعتقدون أن لا شيء له وجود غير ما يحويه العقل، عليهم أن يعتقدوا أيضاً أن هذا العقل يمثل ظاهرة من التعدد أكبر مما يفترض عادة. أنه يحتوي على أشباه أناس آخرون كأفكار وأشباه كواكب كأفكار وقوانين فيزياء كأفكار. هذه الأفكار حقيقية. إنها تنمو بطريقة معقدة (أو تظهر على أنها كذلك) ولها قدر كاف من الاستقلالية لتدهشنا، أو تخيب آمالنا أو تنيرنا أو تعارض المستوى الآخر من الأفكار التي تسمى نفسها "أنا". ولهذا فإن تفسير الأنانة للعالم هو تفاعل أفكار أكثر منه تفاعل موضوعات. إلا أن هذه الأفكار هي من قبيل الحقيقة، وتتفاعل طبقاً للقواعد التي يرى الواقعيون أنها تحكم تفاعل الأشياء. ولذا فإن الأنانة فضلاً عن كونها وجهة نظر عن العالم تكشففت إلى أقصى أساسياتها فهي عملياً واقعية نُظِّمت وتم وزنها أو تقويمها بواسطة افتراضات غير ضرورية وعادات بالية لا تستحق شيئاً من حيث القيمة، وتم تقديمها فقط ليتم شرحها.

بهذه المناقشة فقد جاز أن نعى أنفسنا من "الأنانة" وكل ما يتصل بها من نظريات. أنهم جميعاً غير قابلين للدفاع عنهم. وبالصدفة فنحن بالفعل قد رفضنا واحدة من وجهات النظر عن العالم على نفس الأرضية وهي المعروفة بـ "الوضعية" (النظرية القائلة بأن العبارات غير المتضمنة للأوصاف أو التنبؤات التي تسفر عنها الملاحظة هي من قبيل العبارات غير ذات المعنى). وكما أشرت في الفصل الأول فإن الوضعية تؤكد خلوها ذاتها من المعنى وفق مبدئها نفسه ولذا فهي مما لا يمكن الدفاع عنها بإحكام.

ولذا فإنه يمكننا أن نواصل عدم تأكيدنا، من خلال الحس العام، على الواقعية وتلك الملاحقة للتفسير عبر المناهج العلمية. ولكن فى ضوء هذه النتيجة فكل ما يمكننا قوله حول الجدل الذى يجعل من الأمانة وكل النظريات المتصلة بها سطحية ومقبولة فقط من الناحية الظاهرية بمعنى أنها لا يمكن إثباتها كما لا يمكن تقويمها من خلال التجربة؟ ما هى حالة هذه الجدليات الآن إذا لم نستطع أن نبرهن على زيفها ولا اختبارها تجريبياً، ما الذى يمكن أن نفعله؟

ثمة افتراض داخل هذا السؤال. ذلك أن النظريات يمكن أن تشملها طبقية (تتابعية)، الرياضيات < العلمية > الفلسفية لكى ننقص مقدار التناقص فيها وإبراز جوهر معتمديتها، كثير من الناس يضمنون وجود مثل هذه الهيراركية، رغم حقيقة أن مثل هذه الأحكام الخاصة بمقارنات المعتمدية تعتمد كلية على المناقشات الفلسفية، المناقشات التى تصنف نفسها بأنها لا يعتمد عليها ! فى الواقع فإن فكرة المتوالية هذه تنتمى لأبناء عمومة الخطأ الذى وقعت فيه التصغيرية Reductionist والتى ناقشتها فى الفصل الأول (نظرية أن الظواهر الميكروسكوبية وقوانينها هى الأساسية وليست الظواهر الانبثاقية). نفس الافتراض ينسحب على الاستقراء الذى يفترض أنه يمكننا الاستيثاق تماماً من نتائج الجدليات الرياضية لأنها استنتاجية، وأن من المعقول التاكيد من نتائج الجدليات العلمية لأنها استقرائية ولكننا أبدأ لن نكون متيقنين بالنسبة للجدليات الفلسفية التى تبدو أكثر قليلاً من كونها مسألة ذوق.

ولكن ليس أى من هذه المقولات صحيح. التفسيرات لا تقوم بواسطة الوسائل التى استقينها منها، ولكن عبر قابليتها الفائقة للاقتراب من التفسيرات المناقصة لها والتى تستطيع حل العضلات التى تعلن عنها. ولذا فإن الجدل حول أن النظرية غير قابلة للدفاع عنها يصبح إجبارياً. التنبؤ وأى تأكيد آخر الذى لا يمكن الدفاع، قد يبقى صحيحاً، ولكن التفسير الذى لا يمكن الدفاع عنه ليس تفسيراً على الإطلاق، ورفض مجرد التفسير على أرضية أنه لا يمكن تقويمه عبر تفسير مطلق، لا يمكن تجنب أنه

سيدفعنا للوقوع فى براثن بحوث لا طائل وراعى للعثور على مصدر مطلق للتفسير.  
ليس ثمة وجود لمثل هذا المصدر.

ليس هناك هذا النوع من الطبقية الاعتمادية من التفسيرات الرياضية إلى العلمية إلى الفلسفية. بعض الجدليات الفلسفية تتضمن جدليات ضد الأنانة، يكون الإجبار فيها أبعد مما فى الجدل العلمى. بالتأكيد فإن كل جدل علمى يفترض زيف الأنانة، بل وكل النظريات الفلسفية التى تتضمن أى عدد من تنوعات الأنانة والمتصلة بها والتى يمكن أن تتعارض مع أى أجزاء محددة من الجدليات العلمية. سوف أوضح فى الفصل العاشر أنه حتى الجدليات الرياضية البحتة التى تستقى معتمديتها من النظريات الفلسفية والفيزيائية التى تشكل جزءاً أساسياً منها، ولذا فهى بعد كل ذلك لا تعزّز معتمديتها المطلقة.

وإذا ما تبيننا "الواقعية" سنظل مواجهين باستمرار بقرارات مثل هل الجواهر المشار إليها فى التفسيرات المنافسة هى حقيقية أم لا. وبإقرار أنها غير حقيقية كما فعلنا فى حالة نظرية "الملائكة" بالنسبة للتحركات السماوية فإن الأمر يتساوى إذن لكى نرفض أى تفسير يتصل بذلك.

ولذلك فإن البحث عن التفسيرات والحكم عليها يحتاج منا أكثر من مجرد رفض الأنانة. علينا أن نطور أسباباً لقبول أو رفض الكيانات التى قد تظهر لنا عبر النظريات التى نناضلها، وبكلمات أخرى فإننا نحتاج إلى معيار للحقيقة إن حكمنا على شىء بأنه حقيقى أم لا يعتمد دائماً على مختلف التفسيرات المتاحة لنا والتى أحياناً ما تتغير فى رحلة تقدمها. فى القرن ١٩ كانت بعض الأشياء منظور إليها على أنها موثوق بها أكثر من الوثوق الذى تحظى به "الجاذبية". ليس هذا فقط ما تمثل فى نظم نيوتن فى القوانين والتى لم تتنافس مع بعضها البعض، ولكن كل فرد كان يشعر بها حتى ولو كان مغمض العينين - أو هكذا ظنوا. اليوم نحن نفهم الجاذبية عبر نظرية أينشتاين أكثر مما نفهمها من خلال نظرية نيوتن ونعلم أنه لا توجد قوة للجاذبية. إننا لا نشعر

بها! إننا نشعر بالمقاومة التي تمنعنا من اختراق الأرض أسفل أقدامنا. لا شيء يدفعنا إلى أسفل. السبب الوحيد الذي يجعلنا نقع على الأرض إذا لم يوجد ما يسندنا هو أن نسيج الزمان والمكان الذين نتواجد فيهما ينحنى.

ليست فقط التفسيرات هي التي تتغير وحدها، وإنما أيضاً تتغير معاييرنا وأفكارنا بشكل اعتيادي حول ما الذي يمكن اعتباره تفسيراً من عدمه. ولذا فإن صنع ما هو مقبول من التفسيرات سيظل دوماً مفتوح النهاية، وبالتالي فإن قائمة المعايير المقبولة حول الحقيقة يجب أن تظل بدورها مفتوحة النهاية. ولكن ماذا عن التفسير الذي يقنعنا بسبب ما والذي يجعلنا نصنف بعض الأشياء على أنها حقيقية والبعض الآخر على أنها وهمية أو متخيلة.

استطاع (\*) جيمس بوزويل James Boswell في كتابة "حياة جونسون" Life of Johnson أن يقيم علاقة بين ما ناقشه هو ود. جونسون عن "الأناثة" عند الأسقف بيركلي (\*\*) Berkeley وكيف أن العالم المادي يفتقد إلى الوجود. أشار بوزويل إلى أنه

---

(\*) جيمس بوزويل James Boswell (١٧٤٠ - ١٧٩٥) كاتب اسكتلندي من أبرز كتّاب السيرة واليوميات في ذلك الوقت خاصة سيرة صامويل جونسون Samuel Johnson وينتمي لأسرة قديمة متماسكة وطموحة وبضغوط شديد من والده اللورد مَر بتعليم متقطع ما بين المنزل والجامعة حتى اجتاز امتحان الحقوق وعمل لمدة ١٧ عاماً محامياً بارعاً ولكنه في عام ١٧٦٢ أسس جريدة برزت فيها عبقريته المفقودة كما كان محباً لحياة اللهو والمغازلات النسائية حتى أنه أصيب بالسيلان وعانى منه في فترات عديدة من حياته ومات في النهاية مريضاً بالسل. (المترجم)

(\*\*) جورج بيركلي Berkeley Georg (١٦٨٥ - ١٧٥٣) فيلسوف وعالم وأسقف إنجيلي أيرلندي، وأكثر ما يعرف عنه هو التطبيق التجريبي "كل ما يحفظ الروح موجود في إدراكنا الحسي"، وتقوم فلسفته على مبدئين: ١- العقل النشط أو الروح تدرك الأشياء وترغب في ذلك. ٢- الأشياء القابلة للتأثير الخارجي هي بذاتها الأفكار المحسوسة والمتخيلة في أن معاً. أي أن كل شيء قابل للإدراك هو الذي نعيه ونحن متأكدون - كما يرى - من وجود الأجسام حولنا كما تبدو للعقل أو بدونه لأن اللون مثلاً يمكن أن يُرى وكذلك الامتداد يمكن أن يُحسّ ولكنهما ليسا مميزات عقلية بحال من الأحوال. (المترجم)

ولو أن أحدا لا يصدق النظرية فإن أحداً لا يمكنه رفضها أيضاً. ركل د. جونسون حجراً كبيراً بقدمه وقال، لدى معاودة قدمه ارتدادها بعد ارتطامها بالحجر: "أنا أرفضها" النقطة التي ارتكن إليها د. جونسون هنا أن إنكار بيركلي لوجود الحجر هو مما يصعب احتماله عما لو حاولنا البحث عن تفسير ما شعر به هو نفسه من ارتداد قدمه بعد الارتطام.

الأناثة لا تستطيع أن تتبنى تفسيراً عن لماذا هذه التجربة - أو أى تجربة أخرى - يمكن أن تكون لها مخرجات أكثر من أخرى. لشرح التأثير الذى تسبب فيه الحجر، كان د. جونسون مجبراً لأخذ موقف من طبيعة الأحجار. هل هى جزء مستقل من الحقيقة الخارجية، أم أنها شيء ملفق أنتجته أخيلته؟ وفى مرحلة متأخرة كان عليه أن ينتهى إلى أن الخيال نفسه هو عالم واسع ومعقد ومستقل بداية. نفس الخيار المؤلم والمحير واجه الأستاذ المنتمى للأناثة عندما تم الضغط عليه للبحث عن تفسير فكان مجبراً لأخذ موقف إزاء مشاهديه. ومن الواجب أن يذهب البحث فى الأمر إلى منحى اتخاذ موقف عن السبب وراء انتظام حركة الكواكب، النظام الذى يمكن شرحه فقط عبر نظرية مركزية الشمس. لكل هذا - ويأخذ هؤلاء الناس موقفاً جدياً من عملية تفسير العالم - فإنه سيقودهم مباشرة إلى الواقعية وإلى عقلانية جاليليو.

ولكن فكرة د. جونسون كانت أكثر من مجرد رفض الأناثة ولكنها أيضاً عبرت عن معيار الحقيقة، المعمول به فى العالم والقائل: "إذا استطاع شيء أن يرد (الركل) فهو بالتالى موجود". رد الركل هنا لا يعنى بالضرورة أن الشيء السابق ركله يستطيع رد الركل ولكن يكفى أن يكون قد تأثر فيزيائياً بالركل تماماً فى حالة الحجر الذى ركله د. جونسون أنه من الكافى عندما نركل شيئاً فإن هذا الشيء يؤثر فىنا بطرق تتطلب تفسيراً مستقلاً. على سبيل المثال لا يملك جاليليو من الوسائل ما يستطيع به أن يؤثر فى الكواكب ولكنه يستطيع أن يؤثر فى الضوء القادم منها. يتساوى ركل الحجر مع

انعكاس الضوء عبر عدسات التلسكوب وعينه. هذا الضوء يستجيب بأن "يركل" شبكية العين، وبهذه الطريقة يستطيع أن ينتهي ليس فقط أن الضوء حقيقى بل إن مركزية الشمس بالنسبة للتحركات السماوية تتطلب تفسير النموذج الذى يعبر عن أن الطريقة التى وصل بها الضوء هى من قبيل الحقيقة بدورها.

وبالمناسبة فإن الدكتور جونسون لم يركل الحجر حتى كشخص هو عبارة عن عقل وليس جسداً. فإن د. جونسون الذى أجرى التجربة أقامها كعقل، وهذا العقل لم يركل مباشرة، وإنما بعض الأعصاب التى مررت إشارات للعضلات التى أجبرت قدميه على الحركة تجاه الحجر. وبعد قليل من ذلك تلقى د. جونسون ركلة مضادة من الحجر ولكن مرة أخرى بطريقة غير مباشرة بعد شكل الضغط الذى تشكل على حذائه ثم على جلده ثم قاد إلى نبضات كهربية فى أعصابه، وهكذا أجبرت عقل د. جونسون، مثل جاليليو وأى شخص آخر: "الركل" من خلال الأعصاب "والركل المضاد" عبرها أيضاً ومن ثم استنتاج وجود وخواص الحقيقة من خلال هذا التفاعل وحده. الذى خول للدكتور جونسون أن يستنتجه حول الحقيقة يعتمد على قدرته على تفسير ما حدث بأحسن ما يمكنه .. على سبيل المثال: لو أن إحساسه بدا أنه يعتمد على مدى امتداد ساقيه، وليس على عوامل خارجية، فربما انتهى إلى أن الأمر يتعلق بخاصية طول ساقيه أو بطبيعة عقله فقط. ربما يكون مصاباً بمرض يجعله يعانى من أثر الارتداد عندما يمد ساقيه بطريقة معينة. فى حقيقة الأمر فإن الارتداد يعتمد على ما فعله الحجر مثل أن يكون الحجر فى موضع معين ويكون بالتالى بتأثيرات أخرى غير تأثير الحجر. واصل د. جونسون مع هذه التأثيرات بجعلها تتمتع بالاستقلال عن ذاته ومعقده فى أن واحد. ولذلك فإن التفسير الواقعى لكون الحجر أنتج هذا الأثر الارتدادى اشتمل على قصة معقدة عن شىء آخر مستقل. ولكن هذا يفعله التفسير الناجم عن الأثانة. فى الواقع فإن أى تفسير يقيم وزناً لظاهرة معاودة الارتداد فى القدم سوف يكون بالضرورة قصة معقدة عن شىء مستقل عما نسعى إليه. يجب أن يكون الأمر حول التأثير على

الحجر. الأنانة أو المنتمى إليها قد يسميها: الحجر/ الحلم، ولكن بعيداً عن هذه الدعوى فإن قصة الواقعي وقصة المنتمى للأنانة يمكنهما أن يشتركا في ذات السيناريو.

المناقشة التي سقتها في الفصل الثاني حول الظلال والأكوان المتوازية أدارت في الرأس أسئلة عن الوجود وغير الوجود بما يتضمنه من سؤال آخر عن ما الذي نضعه في الاعتبار كدليل على الوجود. وقد استخدمت معيار الدكتور جونسون. معتبرا مرة أخرى النقطة X على الشاشة في الشكل ٢-٧ الذي يوضح أنه عند فتح شرخين فقط في الحائل بظليّين منيرين بينما فتح شرخين آخرين فإن الأولين يظلمان وقلت: إنه "لا مهرب" من أن نصل لنتيجة أن شيئاً ما لا بد أنه عبر الشرخين الأخيرين ليمنع الضوء عن الشرخين الأولين وأن يصل للنقطة X . ليس من المنطق قول ذلك لأننا إذا لم نكن نبحث عن تفسير فعلياً فقط أن نقول إن الفوتونات التي نراها تتصرف وكأن شيئاً ما قد مر في الشرخين الآخرين فَعَكْسَهُما أو انحرف بمسارهما وفي الواقع ليس هناك شيء شبيه بهذا، وكان د. جونسون ليقول أن قدمه قد ارتدت كما لو أن الحجر هناك ولكن الواقع بقول بأن شيئاً لم يكن هناك. وسلطة الاتهام قالت أن الكواكب ومن بينها الأرض يبدون للرائي وكأنهم في مدار حول الشمس وإنما هم في الواقع يدرون حول الأرض الثابتة. ولكن لو أن موضوع التمرين هو تفسير حركة الكواكب، أو حركة الفوتونات، فلا بد أن نفعل كما فعل د. جونسون لا بد أن نتبنى قاعدة ميثولوجية بأنه إذا تصرف شيء كما لو أنه موجود عن طريق رد الفعل، فيجب أن ينظر إليه كدليل على الوجود. فوتونات الظل تقوم بعملية رد الفعل من خلال التداخل مع الفوتونات التي نراها ومن ثم فإن فوتونات الظل موجودة.

هل يمكننا باستخدام معيار د. جونسون أن ننتهي بالمثل إلى أن الكواكب تتحرك كما لو كانت الملائكة هي التي تدفعها ومن ثم فالملائكة موجودة؟ لا، فقط لأن لدينا تفسيراً أحسن من ذلك. نظرية الملائكة عن حركة النجوم ليست برمتها بلا جدارة. إنها



تشرح لماذا تتحرك الكواكب مستقلة عن الأفق السماوى، ولتجعل للأناة شأواً أعلى. ولكنها لا تشرح أو تفسر لماذا تضطر الملائكة إلى دفع الكواكب فى مجموعة مدارات دون مدارات أخرى، أو بالتحديد لماذا تدفعهم كما لو أن حركتهم محددة بواسطة انحناء الزمكان(\*) كما حددته تفصيلاً القوانين الكونية فى النظرية النسبية العامة ولذا لا تستطيع نظرية الملائكة أن تنافس النظريات التى أبدعتها الفيزياء الحديثة.

وبالمثل استنتاج أن الملائكة قد جاءت خلال الشروخ وحرّفت الفوتونات عن مسارها .. فهو تفسير أحسن من لا شىء. ولكننا يمكننا أن نفعل ما هو خير من ذلك. إننا نعرف أن الملائكة يمكنها التجسد فى شكل فوتونات وبالتالي يجب أن تتصرف مثلها. وهكذا فإن لدينا خيارين أحدهما تفسير من خلال مصطلحات ملائكة غير منظورة تتظاهر بأنها فوتونات. والتفسير الآخر يستخدم عبارة من قبيل فوتونات غير منظورة. وفى غياب تفسير مستقل عن لماذا على الملائكة أن تتظاهر بأنها فوتونات، سيكون التفسير الأخير هو الأفضل.

نحن لا نشعر بحضور أقراننا فى عوالم متوازية ولا كان فى مقدور أصحاب الاتهام الشعور بالأرض وهى تتحرك تحت أقدامهم. مع أنها تتحرك! الآن اعتبر ماذا كان يمكن أن نشعر به لو كنا نوجد فى نسخ متعددة ونتفاعل عبر التأثيرات الضئيلة للتداخل الكمى. يتساوى هذا مع ما فعله جاليليو عندما حل ما كان يجب أن تشعر به الأرض حيالنا لو أنها كانت تدور وفقاً لنظرية مركزية الشمس. لقد اكتشف أن الحركة ستكون مما لا يمكن إدراكه بالحواس. ولو أن عبارة "مدركة بالحواس" ربما لا تكون هى العبارة الصحيحة هنا. ليست حركة الأرض ولا حضور الأكوان المتوازية من قبيل ما يمكن فهمه مباشرة، ولا أى شىء آخر (ما عدا ربما ما حملته جدلية ديكارت:

---

(\*) النظرية النسبية اعتبرت الزمن كما لو أن له نفس الخواص الحركية التى للأبعاد الثلاثة التى تصف المكان وبالتالي وُحِدَت الزمان والمكان فى ممتد رباعى الأبعاد يعرف بالزمكان. (المراجع)

(وجودك المجرد) ولكنها جميعاً مما لا يدرك بالحواس بمعنى ما. "رد الفعل" لا يدرك بالحواس إزاعاً إلا إذا اختبرناه من خلال أدواتنا العلمية. ونستطيع أن نرى بندول "فوكو" Foucault Pendulum (جهاز يحتوى بندولا تتغير حركته مع دوران الأرض أقرب إلى البوصلة التي تحدد الشمال بالنسبة لسطح الأرض ومسمى باسم مخترعه الفرنسي) يتأرجح داخل طائرة ويبدو لنا، وكأنه يجرى تدريجياً كاشفاً حالة تعاقب دوران الأرض أسفل الطائرة المرتحلة. ونستطيع أن نستكشف الفوتونات وقد حَرَفَها التداخل من نظيراتها في الأكوان الأخرى معها. إنها فقط واقعة تطور بمعنى أن الحواس التي ولدنا بها لا يمكنها التكيف مع الشعور المباشر بمثل هذه الأشياء.

ليست شدة رد الفعل لشيء ما هي التي تجعل نظرية وجود هذا الشيء مقررّة علينا، الذي يهم هو الدور الذي يلعبه الشيء والتفسير الذي تمدّنا به النظرية. لقد أعطيت أمثلة فيزيائية على كيف أن رد فعل ضعيف يقودنا إلى نتائج ضخمة حول الحقيقة لأنه لا توجد لدينا تفسيرات أخرى أفضل من ذلك. وقد يتكرر الأمر: فلو أنه لا توجد نظرية محددة المعالم بين النظريات المتنافسة فسيكون حتى رد الفعل القوي غير قادر على إقناعنا بأن مصدره المفترض له وجود مستقل وعلى سبيل المثال فقد ترى وحوشاً مرعبة تهاجمك في أحد الأيام - وبعدها تستيقظ من نومك. إذا كان التفسير الذي زرعه الوحوش في عقلك يبدو مقبولاً فسيكون من غير العقلاني الاعتقاد بوجود مثل هذه الوحوش. إذا شعرت بألم مفاجئ في كتفك أثناء سيرك في شارع مزدحم، وتلفت حولك ولم تجد ما يفسر ذلك فربما تتسأل هل تسبب في ذلك جزء من عقلك الباطن، أو جزء من جسدك، أم هو سبب خارجي. ربما كان أحد الظرفاء قد أطلق عليك طلقة من بندقية هواء ثم تأتي إلى نتيجة بأنك لا يمكنك تحديد حقيقة مثل هذا الشخص. أما إذا رأيت طلقة بندقية الهواء وهي تتدحرج على الرصيف، ربما تستنتج أنه لا تفسير أفضل من بندقية الهواء. وفي هذه الحالة سوف تضطر إلى تبنيه. وبكلمات أخرى فأنت تستطيع بشكل تجريبي أو مؤقت أن تستدل على وجود شخص

دون أن تراه، وربما لن تراه، بالنظر لدور هذا الرجل فى أحسن تفسير متاح لديك. من الواضح أن نظرية وجود هذا الشخص ليس نتيجة منطقية لدليل قمت بملاحظته (الذى لا يحوى - بالمصادفة - إلا على ملاحظة واحدة). ولا تحوى هذه النظرية تعميماً استقرائياً مثل أن توجد ذات الملاحظة لو قمت بالتجربة مرة ثانية. أو لأن النظرية يمكن اختبارها تجريبياً: التجربة لا يمكن لها أبداً أن تبرهن على غيبة هذا المازح المختفى. على الرغم من كل ذلك فإن النظرية يمكن أن تتمتع بالقدرة على الإقناع الهائل ما دامت تمثل التفسير الأفضل.

حيثما استخدمت معيار د. جونسون للمجادلة حول حقيقة شىء، دائماً ما يتصل بذلك عنصر مميز يساهم فى الأمر، ذلك هو ما يعرف بـ "التعقيد". نحن نفضل التفسيرات البسيطة أكثر من تلك التى يشوبها التعقيد. وأيضاً نفضل التفسيرات التى تأخذ فى اعتبارها التفصيل والتعقيد بالمقارنة مع الشروح التى تتناول عناصر بسيطة من الظاهرة. معيار د. جونسون يقول لنا أن ننظر للكينونات المعقدة على أنها حقيقية حيث لو لم نفعّل لأدى ذلك إلى تعقيد تفسيراتنا. مثل وجوب النظر إلى الكواكب على أنها حقيقة لأننا لو لم نفعّل فسوف نضطر إلى تفسيرات معقدة عن الفضاء الكونى السماوى، أو قوانين فيزياء معكوسة أو متغيرة أو الحديث عن الملائكة، أو أيا ما يكون، وتحت وطأة هذا الافتراض بوجود مثل هذه التفسيرات سوف يتحول وجود الكواكب إلى توهم بها وهى تدور فى الفضاء.

إذن ؛ فالتعقيد الذى نلاحظه فى بناء أو سلوك كينونة ما هو جزء من الدليل على أن هذه الكينونة حقيقية. نحن لا نعتقد من انعكاس صورتنا على المرايا بأنها أشخاص حقيقية. بالطبع فإن الكينونات الوهمية هى بذاتها عمليات فيزيائية حقيقية. ولكن طبيعة الوهم تظهر لنا أن لا ضرورة لاعتبارها حقيقية لأنها تكتسب تعقيدها من مصدر آخر. هى ليست مستقلة التعقيد. لماذا نقبل بنظرية انعكاسات المرايا، ونرفض نظرية مركزية الشمس فى الفضاء السماوى. لأن إعطائنا تفسيراً بسيطاً عن عمل المرايا سوف

يجعلنا نفهم أنه لا يوجد أى شيء عبقرى وراءها. لن نحتاج إلى مزيد عن التفسير لأن الانعكاسات، ولو أنها معقدة، ليست مستقلة، لأنها مجرد استعارت تعقيدها من خارجها. ليس الأمر كذلك بالنسبة للكواكب. النظرية الخاصة بوجود الفضاء السماوى الكونى وأن لا شيء وراءه من شأنها أن تجعل المشكلة أسوأ. لأننا لو قبلنا بها فإنه بدلا من الاكتفاء بالسؤال عن كيفية عمل النظام الشمسى سوف نبدأ بسؤال قبله كيف يعمل الفضاء السماوى ثم بعدها كيف يقوم النظام الشمسى بأداء العمل. إنه لا يمكننا تجنب هذا السؤال الأخير وهو ليس أكثر من تكرار للإجابة التى حاولنا التساؤل عنها فى البداية. والآن يمكننا إعادة صياغة معيار د. جونسون على النحو التالى:

"إذا كانت لأية كينونة، وفقاً لأبسط تفسير لها، طبيعة معقدة ومستقلة، فهى إذن حقيقية".

نظرية التعقيد الحسابية هى فرع من علم الكمبيوتر والذى يهتم بالصادر (مثل الوقت، وسعة التخزين والطاقة) التى يتطلب أن تأخذ دورها فى عملية الحوسبة. وتعقيد جزء من المعلومات يتم تعريفه عبر مصطلحات عن المصادر الكمبيوترية التى يحتاج إليها الكمبيوتر لإنتاج هذا الجزء من المعلومة، (تعبيرات مثل: طول البرنامج، عدد الخطوات الكمبيوترية، قدر سعة التخزين). مجموعة تعريفات مختلفة يجرى العمل بها طبقاً لمجال تطبيق كل منها. التعبير الفعلى المستخدم لا يهمنا كثيراً هنا. إلا أنها جميعاً تنبنى على فكرة أن العملية المعقدة هى تلك التى تقدم لنا على نحو فعال النتائج الجوهرية والملموسة لعملية الحوسبة. وبنفس الروح فإن حركة الكواكب "تقدم لنا النتائج الجوهرية والملموسة لعملية الحوسبة" وهو ما يزين الأفق السماوى. تخيل أفق سماوى يديره كمبيوتر الذى يحصى بالضبط الصورة التى يجب أن يعرضها على شاشة البروجيكتور لتقدم لنا السماء فى الليل. لكى يفعل ذلك بشكل موثوق به فعلى الكمبيوتر استخدام الصيغة التى تمده بها نظريات الفلك. فى الواقع فإن عملية الحوسبة مطابقة لتلك العملية التى تجرى لإحصاء التنبؤات وكيف يحدد الملاحظون النقطة التى يوجهون

لها تيلسكوباتهم لرؤية الكواكب والنجوم. والذي نعنيه بقولنا إن مظهر الفضاء السماوى معقد كتعقيد الصورة التى نراها للسماء ليلاً. ذلك أن كل من عمليتى الحوسبة واحدة تصف سماء الليل والأخرى تصف الفضاء السماوى، كليهما متطابق بدرجة كبيرة، وبالتالي نستطيع التعبير مجدداً عن معيار د. جونسون من خلال تعبيرات الحوسبة المفترضة، على النحو التالى:

"إذا كان ثم كمية جوهرية ولمموسة من الحوسبة يتطلبها إمدادنا بوهم أن كينونة معينة هى حقيقية، فهى إذن حقيقية".

لو أن ساق د. جونسون تصاب بردة الفعل تلك على نحو ثابت لا يتغير كلما قام بفردها، إذن لكان مصدر توهمه (الرب، ماكينة فعلية للحقيقة، أو أيا ما يكون) سيتحقق عبر عملية حوسبة بسيطة لتحديد متى يأتية الشعور برد الفعل (شئ مثل: إذا ساق امتدت إذن ثمة رد فعل ...) ولكن لإعادة إنتاج ما خبره د. جونسون فى تجربته الفعلية فلا بد أن تأخذ فى الحسبان أين كان الحجر، وعما إذا كانت قدم د. جونسون ستصيب الحجر أو ستخفق فى ذلك، ما مدى ثقل الحجر، مدى صلابته، مدى شدة غرزه فى الأرض، وهل سبق لأحد آخر أن ركله وهكذا... عملية حوسبة متسعة.

الفيزيائيون المتمسكون بوجهة نظر واحدة إزاء العالم يحاولون أحياناً تفسير ظاهرة التداخل الكمية كما يلى:

لا توجد فوتونات ظل. والذي نراه من تأثير للشروخ البعيدة على الفوتونات التى نراها هو من قبيل اللاشئ. نوع ما من التأثير عن بعد (كما فى قانون نيوتن عن الجاذبية) هو ببساطة الذى يسبب للفوتونات أن تغير مسارها عند فتح شرخ على مسافة بعيدة. إلا أن هناك ما هو بسيط لما يجرى هنا على بعد. وعلى قانون فيزيائى صحيح أن يقول: إن هناك ما أثر على الفوتونات وهى أشياء بعيدة تماماً كما لو أن شيئاً ما يمر عبر الفتحات البعيدة ثم يرتد من مرآيا بعيدة بحيث يقابل الفوتون فى

المكان والزمان الصحيح. حوسبة كيف يتصرف الفوتون إزاء هذه الأشياء البعيدة لا بد أنه يتطلب نفس الجهد الحوسبي للتأريخ لعدد كبير من فوتونات الظل.

سوف تخوض الحوسبة فى قصة ما الذى تفعله كل واحدة منها كيف تنحرف كيف توقف ولماذا وهكذا. ولذلك كما فى حالة حجر د. جونسون وكما فى حالة كواكب جاليليو؛ فإن مسألة فوتونات الظل لا بد أن تظهر بالضرورة فى تفسير التأثيرات الملاحظة. وإنقاص هذا التعقيد يصبح متعذراً فى هذه القصة لأنه من شأنه أن يجعل إنكار أن هذه الموضوعات موجودة متعذراً بدوره.

أنشأ الفيزيائى دافيد بوم (\*) David Bohm نظرية تتطابق تنبؤاتها مع تنبؤات نظرية الكم، وفيها ثمة موجة ما تصاحب كل فوتون وتمسح الحائل بأكمله لتمر عبر الشقوق وتتداخل مع كل فوتون نراه. نظرية بوم عادة ما يتم تقديمها على أنها نوع كوني من تنوعات نظرية الكم. ولكن طبقاً لمعيار د. جونسون فهذه غلطة. لأن العمل مع موجة بوم غير المنظورة سيتطلب نفس الحوسبة التى يتطلبها العمل مع تريليونات من فوتونات الظل. أجزاء من هذه الموجة تصفنا نحن (الملاحظون، الكاشفون) ومن ثم تقوم برد الفعل إزاء الفوتونات، بينما أجزاء أخرى من الموجة تصف وجوهاً أخرى لنا وتقوم برد الفعل إزاء فوتونات لها مواضع أخرى. التسميات التى خلعتها بوم على الأشياء فى نظريته وبشكل متواضع - بالإشارة إلى ما يقترب من الحقيقة مثل "الموجة" - لا يغير من حقيقة أن نظريته تشمل أن الحقيقة تتضمن مجموعات كبيرة من الكينونات التى ندرك من كل منها كينونات أخرى فى نفس المجموعة ولكن فقط ندرك بشكل غير مباشر

---

(\*) دافيد بوم David Bohm قام بتلخيص وافٍ للأعمال التى قام بها أينشتاين وآخرين عن ميكانيكا الكم، والتى تتركز فى تحليل قياس مكان وزمن زوجين من النظم المتفاعلة، والتى انتهت إلى أن أى نظرية لا تغطى وصفاً كاملاً لأى حقيقة فيزيائية. (المترجم)

الكينونات فى المجموعات الأخرى. هذه المجموعات من الكينونات بكلمات أخرى هى الأكوان المتوازية.

لقد وصفت مفهوم جاليليو الجديد عن علاقتنا بالحقيقة الخارجية كاكشاف منهجى عظيم. إنها تعطينا تسبيباً جديداً يمكن الاعتماد عليه متضمناً الدلائل الممكنة ملاحظتها. هذا بلا شك وجهاً من وجوه اكتشافه: التسبيب العلمى المعتمد عليه، ليس بمعنى أن تشهد بأن أى نظرية بالذات ستبقى دائماً غير قابلة للتغير حتى ولو للغد القريب. ولكن بمعنى أننا نكون فى الموقف الصحيح عندما نعتمد عليها. لأننا نكون على صحة عندما نسعى للعثور على حلول للمعضلات أكثر من بحثنا عن تقويمات مطلقة. الدلائل الملاحظة هى بالطبع أدلة، ليس بمعنى أن أى نظرية يمكن استقراءها أو استنباطها أو بأى طريقة يمكن الوصول بها إليها، ولكن بمعنى أنها يمكن أن تقيم سبب عبرى للمفاضلة بين نظرية وأخرى.

ولكن هناك جانب آخر لاكتشاف جاليليو، والذى يحظى بتقدير أقل من سابقه ذلك أن معتمدية التسبيب العلمى ليس مجرد مساهمة فى معرفتنا أو علاقتنا بالحقيقة. ولكنه أيضاً حقيقة جديدة عن الحقيقة الفيزيائية نفسها، وهى الحقيقة التى عبر عنها جاليليو فى جملة "كتاب الطبيعة مكتوب بواسطة رموز رياضية". كما قلت أنه من المستحيل حرفياً قراءة أى شريحة صغيرة فى أى نظرية عن الطبيعة: وهى الغلطة التى وقع فيها الاستقراء. ولكن الموجود هناك هى أدلة وبتحديد أكثر الحقيقة المتصلة بالأدلة لو أننا تفاعلنا معها بالطريقة الصحيحة. لو عندنا شريحة من نظرية أو حتى شرائح من عدة نظريات متنافسة، فإن الدليل متاح هنا ليجعلنا قادرين على التفرقة بينهم. أى واحد يمكنه البحث عنه والعثور عليه والبرهنة على ما إذا كانت أى من هذه النظريات قد تجشمت الخطى، وهو فى ذلك لا يحتاج أى سلطة أو إذن أو إلى كتاب مقدس، فقط يحتاج توجيه النظر إلى الوجهة الصحيحة، إن لديه فى عقله مجموعة من المعضلات

الخصبة المثمرة وعدة نظريات واعدة، إن ذلك وحده يفتح الباب ليس فقط للدليل بل كل بحث فى آلية المعرفة كمفتاح ساهم فى مفهوم جاليليو للمعرفة.

ربما ظن جاليليو أن ذلك هو الدليل الذاتى، ولكن الأمر ليس كذلك، إنه تأكيد عبر أسماء للأشياء عن كيف تكون عليه الحقيقة. من المنطقى أن الحقيقة لا تحتاج إلى خاصية هذا العلم الودود (إذا جاز التعبير) ولكنها بالفعل تحتاجها وبوفرة. عالم جاليليو مستقر تماماً عبر مثل هذه الأدلة. كوبر نيقوس حشد الأدلة عن نظريته حول مركزية الشمس وهو فى بولندا. تيكو براه Tycho Brahe جمع أدلته فى الدانمارك. وكذلك فعل كبلر(\*) Kepler فى ألمانيا. وعندما وجّه جاليليو تلسكوبه إلى السماوات فوق إيطاليا جنى مجموعة مداخل أكثر لنفس الأدلة. كل جزء من سطح الأرض، فى أى ليلة صافية ولعدة بلايين من السنين تغمره الأدلة الفلكية.

وبالنسبة لعدد من العلوم الأخرى فالأدلة تلعب دورها بنفس الطريقة لنراها بطريقة أكثر وضوحاً فى الأزمنة الحديثة عبر الميكروسكوب وعدد من الأدوات الأخرى، وإذا كان الدليل ليس بعد مطروحاً فيزيائياً فيمكننا أن نستحضره للوجود من خلال وسائل خاصة أو حيل معينة مثل الليزر وحوائل مثقوبة، حيل مفتوحة لأى شخص فى أى وقت لبنائها، وستبقى الأدلة هى نفسها بصرف النظر عمّن كشف عنها. والنظرة الأكثر أصالة هى تلك القابلة أو متاحة لمزيد من الأدلة للبرهنة عليها (لهؤلاء الذين يعرفون كيف ينظرون) ليس فقط فوق الأرض بل فوق العديد منها.

---

(\*) جوهان كبلر Kepler Johannes (١٥٧١ - ١٦٣٠) فلكى ألماني اكتشف أن الأرض والكواكب تدور حول الشمس فى مدارات معينة، وبذلك غير المفهوم السابق عليه عن السماء إلى مفهوم فلكى ديناميكى. وقد استخدم فى ذلك وبذكاء ملحوظ الملاحظات الجيدة التى خلفها له أستاذه تايكو براه Tycho Brahe واستنتج منها بمهارة ثلاثة قوانين كوكبية كانت بمثابة التمهيد المثالى لنيوتن بعد ذلك لأن يضع نظريته الهائلة عن القوة الجاذبة. (المترجم)



تتشابه الحقيقة الفيزيائية مع ذاتها على مستويات عدة عبر التعقيد المذهل فى الكون والاكوان المتعددة، وبعض النماذج منها يتكرر بلا حدود للتكرار مهما كان الأمر. الأرض وكوكب المشتري يعتبران كوكبين غير متشابهين بشكل درامى من عدة نواح إلا أنهما يدوران فى شكل القطع الناقص، كما أنهما مصنوعان من نفس المجموعة المتضمنة مئات من ذات العناصر الكيميائية (وإن فى شكل نسب مختلفة) وهكذا كل نظرائهما فى الاكوان المتوازية المتوافرة فى كواكب أخرى فى المجرات البعيدة. والدليل كما يعتبره كذلك فى اللحظة الحالية الفيزيائيون والفلكيون كان أيضاً متوفراً ومتاحاً منذ بلايين السنين، وسيظل كذلك لبلايين أخرى من السنين المقبلة. ثمة وجود بالغ لنظريات عامة ومفسرة تعنى بالقول أن الموضوعات والأحداث المتباينة أو المتفاوتة تتشابه مع بعضها البعض من عدة وجوه. إن الضوء الذى يصلنا من المجرات بعد كل شىء هو مجرد ضوء ولكنه يبدو لنا وكأنه أشبه بالمجرات. وهكذا تشمل الحقيقة ليس الدليل وحده وإنما أيضاً الوسائل (مثل عقولنا وأدواتنا المصنوعة بأيدينا) التى نفهمها بواسطتها. هناك رموز رياضية فى الحقيقة الفيزيائية. الحقيقة القائلة بأننا نحن الذين وضعناها هناك لا يقلل من كونها فيزيائية. عبر هذه الرموز - فى فضاءنا السماوى، وفى كتبنا، وأفلامنا، وذاكرة الكمبيوترات، وفى أدمغتنا - ثمة صور مكبرة للحقيقة الفيزيائية ليس مجرد مظهرها الخارجى إنما فحواها وبنائها. ثمة قوانين وتفسير سواء انبثاقية أو استنباطية. ثمة أوصاف وشروح للانفجار الكبير(\*) وللجزئيات الأقل

---

(\*) الانفجار الكبير.. الانسحاق الكبير Big Crunch .. Big Bang وتقول هذه النظرية - والمتبعة حالياً على رأس النظريات السائدة عن منشأ الكون ومصيره على الأقل من حيث الاعتقاد والعمل بها - بأن الكون قد بدأ من بذره (أقل شىء يمكن أن يوجد) ويطلق عليها اسم مفردة Singularity ورغم صغرها ذاك فقد احتوت على كل ما فى الكون من مادة وطاقة، وقد انفجرت فى لحظة ما (ويطلق عليها زمن بلانك ويعادل  $10^{-43}$  أى واحد وعلى يساره ٤٣ صفراً ثم فاصله) ليتشكل الكون عبر ملايين السنين إلى ما هو عليه حالياً من مجرات وكواكب وما إليه (بما فيها المخلوقات) وهذه المجرات مستمرة فى التوسع (التمدد) عن بعضها البعض وفى جميع الاتجاهات وبنفس المستوى وإلى أبعد ما يستطاع رؤيته حالياً. =

من ذرية؛ وللعمليات؛ ثمة تجريدات رياضية؛ وقصص؛ وفن، ومبادئ أخلاقية، فوتونات ظل؛ وأكوان متوازية. هذا إلى حد أن تلك الصور والرموز والنظريات صادقة وتتضمن بعظيم الاحترام الأساس الصارم للأشياء المجردة التي تشير إليها - وجودها نفسه يعطى الحقيقة نوعاً جديداً من التشابه الذاتى والذي نطلق عليه : "المعرفة".

---

= واستتبع الأمر ظهور نظرية تعرف باسم الكون النابض Pulsating Universe وتقول بأن المادة تتطاير متناثرة ولكنها سوف تبدأ بالتقلص بتأثير الجاذبية المشتركة لأقسامها المختلفة فيما يسمى بالانسحاق الكبير إلى أن تصل إلى درجة معينة من التركيز كالتى بدأت، ثم تنفجر من جديد ومن خلال هذه العملية وتكررها فإن المادة تتخلق ولا تزول بل يُعاد توزيعها مرة بعد مرة. (المترجم)

## اصطلاحات :

النظرية القائلة بأن الأرض تدور حول الشمس، وفي نفس الوقت تدور حول نفسها (حول محورها).	نظرية مركزية الشمس: Heliocentric theory
والتي تقول بأن الأرض في حالة سكون (ثبات) والأجسام الفلكية الأخرى هي التي تدور حولها.	نظرية مركزية الأرض: Geocentric theory
نظرية أن فيزياء الكون الخارجية تتمتع بالوجود كما أنها تؤثر فينا عبر ما لدينا من حواس.	الواقعية: realism
(من خلال صياغتي أنا) لا تعتمد إلى تعقيد الشروح بدون ضرورة تستوجب التعقيد لأنك لو فعلت سوف تظل التعقيدات الزائدة باقية بدون تفسير.	موسى أوكام: Occam's razor
إذا كان لشيء ما رد فعل (Kick Back) فهو إذن موجود، وعلى نحو تفصيلي أكثر، إذا كان لشيء طبقاً لأبسط تفسيراته كينونة معقدة ومستقلة إذن فهذه الكينونة موجودة (من صياغتي أيضاً).	معيار د. جونسون Dr Johnson's criterion
بعض أجزاء الحقيقة الفيزيائية (مثل الرموز والصور، أفكار الإنسان) تشتمل على أجزاء أخرى. هذا التضمن أو	التشابه الذاتي: Self - similarity

<p>الاشتمال قد يكون متماسكاً وصلباً مثل ما تحتوى صور الفضاء السماوى على السماء الليلية، والأهم من ذلك أنها قد تكون تجريدية مثل عندما تكون عبارة من النظرية الكمية مطبوعة جيداً فى كتاب شارحة على نحو صحيح لأحد أوجه التعدد الكونى. (بعض القراء من الذين لديهم ألفة مع الهندسة الخاصة بالأدوات المصنوعة بيد الإنسان، فإن التشابه الذاتى هنا يعرف بأسلوب أوسع كثيراً عن المستخدم فى هذا المجال).</p>	
<p>الفرع من علم الكمبيوتر الذى يهتم بالمصادر التى يتطلبها أداء بعض مستويات الحوسبة (مثل زمن الأداء، وطاقة الجهاز، وسعة ذاكرته).</p>	<p>نظرية التعقيد: Complexity theory</p>

### الخلاصة :

على الرغم من أن الأنانية وبعض المعتقدات المتصلة بها تكون متماسكة ذاتياً من الناحية المنطقية، فهى عند المقارنة يمكن رفضها ببساطة كتفسيرات إذا ما أخذت بالجدية الواجبة. وبالرغم من أن دعواها أنها وجهات نظر مبسطة حول العالم، باعتبار أن أى تحليل يظهرهما غير قابلين للدفاع عنهما عند دراستها تفصيلاً مع "الواقعية". الكينونات الحقيقية تتصرف على نحو معقد ومستقل، مما يمكن اعتباره معياراً للحقيقة إذا كان لشيء رد فعل فهو إذن موجود. التسبيب العلمى الذى يستخدم الملاحظة ليس فقط أساس للتأمل والنظر، وإنما للتفرقة التى تتكافأ فى شروحاتها، بما يعطينا معرفة عبقرية بالحقيقة.

وبالتالى فإن العلم وأشكال المعرفة الأخرى قد تشكلت عبر خاصية خاصة من التشابه الذاتى فى فيزياء العالم. وليس الفيزيائيون هم أول من ميز هذه الميزة ودرسها وإنما الرياضيون وأخصائيو الكمبيوتر وسموها "عالمية الحوسبة". نظرية الحوسبة هى فرعنا الثالث من الفروع الأربعة التى نتبناها.



## الفصل الخامس

### الحقيقة التقديرية (التَّخَيُّلية)





تم تدريس نظرية الحوسبة من الناحية التقليدية فى المجال التجريدى كموضوع من موضوعات الرياضة البحتة. وهذا قد يفقدنا الهدف منها، الكمبيوتر هو من الناحية الفيزيائية موضوع من موضوعاتها، والحوسبة هى عمليات فيزيائية أيضاً، ما تستطيعه الكمبيوترات وما لا تستطيعه، كلاهما تحكمه قوانين الفيزياء وحدها، وليست الرياضة البحتة، وواحدة من أهم مفاهيم الحوسبة هى "العالمية" أو "الشمولية". الكمبيوتر العالمى دائماً ما يتم تعريفه بأنه ماكينة مجردة تستطيع أن تحاكي الحوسبة الصادرة من ماكينة مجردة أخرى طالما أنها فى المستوى المعرف به جيداً. ومع ذلك فإن معنى العالمية يكمن فى الحقيقة القائلة بأن أى كمبيوتر عالمى، أو على الأقل الآلات القريبة بشكل جيد منه، يمكنه أن يتم بناؤه واستعماله ليحسب ليس فقط سلوك كل آلة تجاه الآلات الأخرى، ولكن أيضاً السلوك الذى تتخذه الكينونات الفيزيائية المثيرة والمجردة، وحقيقة أن ذلك ممكن وهو جزء من التشابه الذاتى فى الحقيقة الفيزيائية والذى أشرت إليه فى الفصل السابق.

المُعلن والمعروف عن العالمية الفيزيائية يمثل منطقة من التقنية كانت دائماً محل نظر ومناقشة لعدة عقود مضت ولكنه الآن فقط أخذ فى التحليق بمسمى الحقيقة التقديرية (أو المتخيلة أو الافتراضية). المصطلح يشير إلى أى موقف يُعطى فيه المرء بطريقة اصطناعية خبرة تواجهه فى بيئة معينة. على سبيل المثال: محاكى الطيران - وهى ماكينة من شأنها أن تعطى قائد الطائرة خبرة الإقلاع والطيران بطائرة دون أن يكون مضطراً لمغادرة الأرض - وهو طراز من مولدات الحقيقة التقديرية. مثل هذه الماكينة (ولتحديد المسألة أكثر فهو الكمبيوتر الذى يديرها) يمكن برمجتها بخصائص وسمات الطائرة الحقيقية أو المتخيلة وكل بيئة الطائرة مثل الجو والشكل العام للمطارات يمكن أيضاً تحديدها فى البرنامج. وأثناء إقلاع قائد الطائرة من مطار إلى آخر يمكن للمحاكى أن يتسبب فى إظهار الصور الصحيحة عبر نافذة الطائرة، والمطبات الصحيحة والإحساس بزيادة السرعة ونقصانها، والقرارات الصحيحة التى تظهر على

الآلات.. وهكذا يمكنه أن يجسد المؤثرات مثل الاضطرابات أو الفشل الميكانيكي، ويقترح مواصفات الطول الأمثل لإصلاح حالة الطائرة في مثل هذه المواقف. وهكذا يمكن للمحاكي أن يعطي قائد الطائرة مستوى عريضاً من خبرة الطيران، ومن بينها بعض الخبرات التي لا يستطيعها الطيران الفعلي، إذ يمكنه أداء بعض ما يمكنه إضفاء الصعوبة والشدة على قوانين الفيزياء ذاتها كالطيران عبر الجبال وبأسرع من سرعة الضوء وأيضاً بلا وقود على سبيل المثال.

وطالما نحن نَحْبُرُ بيئتنا عبر حواسنا، فأى مؤلّد للحقيقة التقديرية يجب أن يكون قادراً على التأثير في هذه الحواس ليتجاوزها ويهيمن على وظائفها الفعلية حتى نستطيع أن نمر بخبرة بيئة محددة بدلا من البيئة الفعلية. لقد يبدو هذا وكأنه يبرز عبر صفحات كتاب "عالم جديد شجاع" Brave New World لمؤلفه ألدوس هكسلي (\*) Huxley Aldous، ولكن مسألة تقنية التحكم الاصطناعي في حواس الإنسان حيال الخبرة كانت تتطور منذ آلاف السنين. كل تقنية الفن التمثيلي، واتصالات المسافات الطويلة يمكن التفكير فيها على أنها نوع من تجاوز الوظائف الطبيعية للحواس. حتى صور الكهوف السابقة عن التاريخ المعروف تعطى للمشاهد لها بعض من الخبرة في رؤية حيوانات لم تكن موجودة فعلا هناك. اليوم يمكننا أن نقوم بذلك بشكل أكثر دقة، باستخدام الأفلام والتسجيلات الصوتية وإن كانت ليست بالدقة الكافية لأن تكون البيئة المُقلّدة لا يمكن التفرقة بينها وبين تلك البيئة التي صُمّمت كي تحاكيها.

---

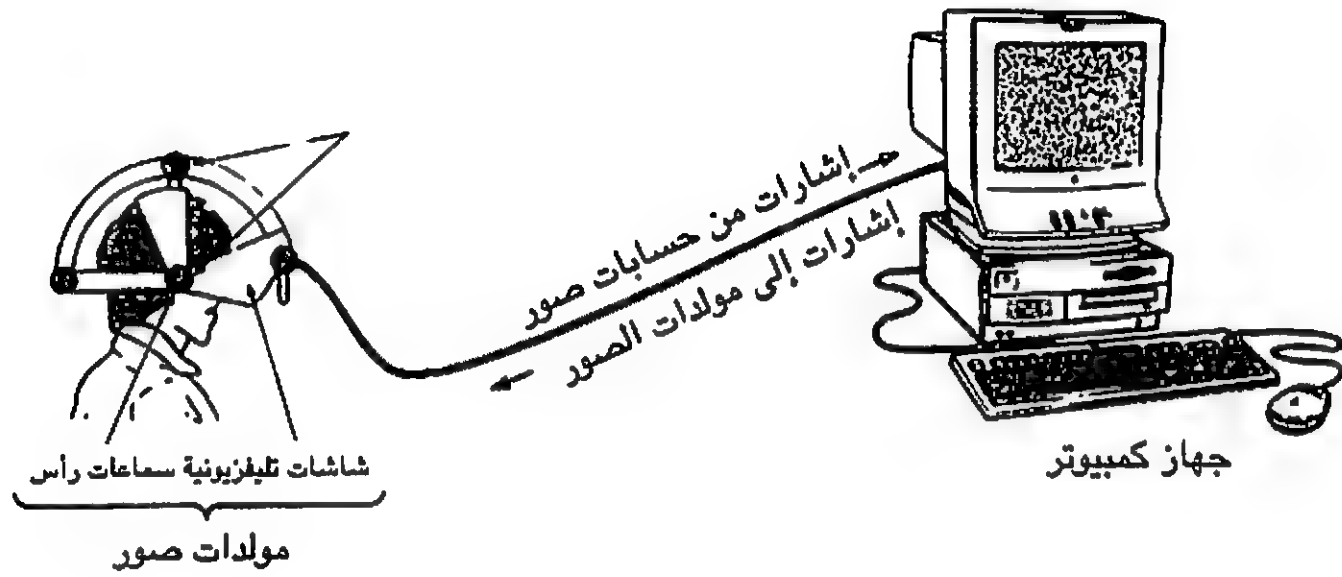
(\*) ألدوس هكسلي Huxley Aldous (١٨٩٤ - ١٩٦٣) كاتب إنجليزي وناقد فذ، تميزت مؤلفاته بالرقى وسطوع الموهبة وبنظريته المتفائلة (كان حفيداً لبيولوجي مهم، كان والده من كتاب السيرة والرسائل الذين يشار إليهم بالبنان) ورغم معاناته الطويلة من العمى الجزئي الذي تصعب معه القراءة، فقد كانت له مؤلفات بارزة مثل "عالم جديد شجاع" ١٩٣٢ و"السمو الرمادي" ١٩٤١ و"الأدب والعلم" ١٩٦٣ و"أبواب البصيرة" ١٩٥٤ وغيرها. (المترجم)

سوف أستخدم مصطلح "مولد الصور" لأطلقه على أى صورة للفضاء السماوى أو جهاز صوت على الجودة أو صورة لإحدى السحابات التى تجوب السماء عالياً. والتى يمكنها أن تولد إحساساً معيناً كمدخلات للمستخدم: صور محددة، أصوات، روائح أو نكهات، وهكذا، وكلها تحسب على أنها فى ذات الإطار: "الصور". على سبيل المثال لكى تولد الصور الأصلية (كالروائح) للفانيليا والتى نشمها عندما نفتح زجاجة الفانيليا بعد إحضارها من على رف التوابل.

كى نولد صورة (السمعيات) مثل الكونشيرتو رقم ٢٠ للبيانو من وضع موتسارت Mozart فإننا نضع الأسطوانة المدمجة. التى تحتويها فى جهاز صوت على الجودة. أى مولد للصور على هذا النحو هو تغطية لنوع من مولد الحقيقة التقريبية، ولكن عادة ما يحتفظ بالمصطلح للأحوال التى تشتمل على تغطية عريضة لحواس المستخدم، وعنصر جوهري للتفاعل (رد الفعل) بين المستخدم والكينونات التى تجرى محاكاتها.

وفى هذه الأيام تسمح ألعاب "الفيديو" بالتفاعل بين اللاعب وموضوعات اللعبة، إنما على مستوى صغير أو قليل من مدى حس المستخدم أو اللاعب. "البيئة" المستحضرة أو المنقولة تشتمل على صور متاحة على شاشة صغيرة وجزء من الأصوات التى يسمعها المستخدم. ولكن فيديو الحقيقة التقديرية التى تستحق التسمية أكثر منها موجودة بالفعل. وعلى سبيل التطابق فإن المستخدم يرتدى خوذة تتضمن فى مبنائها سماعات رأس وشاشتين تليفزيونيتين واحدة لكل عين، وربما قفازات وملابس أخرى جميعها متصلة بالكهرباء لتصبح مولدة لخواص الضغوط. وهناك أيضاً حساسات تستطيع أن تجس أى حركة فى جسد المستخدم خاصة فى منطقة الرأس. والمعلومات عما يفعله المستخدم يتم تمريرها عبر كمبيوتر من شأنه أن يحسب ما الذى يجب أن يراه المستخدم أو يسمعه أو يحس به وكيف يكون رد فعله عن طريق إرسال

إشارات صحيحة لمولد الصور (شكل ٥-١). وعندما ينظر المستخدم إلى اليمين أو اليسار فإن الصور في عمق كل من شاشتي التلفزيون، كما هو الشأن في البيئة الفعلية، سوف تعرض للمستخدم ما يمكن أن يراه يمين ويسار البيئة المتخيلة المحاكية لها. المستخدم يستطيع أن يصل إلى شيء محاكٍ ويلتقطه ويحس به كما لو كان فعلياً لأن مؤثرات القفزات سوف تولد رد الفعل اللمسى الصحيح للشيء في أى موضع أو اتجاه كان عليه.



(شكل ٥ - ١)

الحقيقة التقديرية كما يتم إنجازها الآن

وفي الوقت الحالى فإن مباريات الألعاب والسيارات هي الاستخدام الرئيسى للحقيقة التقديرية ولكن وفرة من التصورات الجديدة لمجالات استخدام أخرى تلوح فى المستقبل القريب. فسوف يكون فى القريب من العادى جداً أن ينشئ مهندس طرازاً مبدئياً لمبنى حيث يستطيع العميل أن يدور حوله ليختبر أى إصلاحات أو تطويرات

يمكن إدخالها عليه قبل تأسيسه وذلك كوسيلة نسبية لتوفير الجهد. سوف يستطيع المتسوقون التجول (وبالطبع الطيران) حول وداخل مراكز التسوق، دون أن يغادروا منازلهم، ولا مزاحمة المتسوقين الآخرين، أو الاستماع لموسيقى لا يرغبون في سماعها. ولا حتى بالضرورة يشعرون بأنهم وحدهم داخل هذه المراكز، لأن عدداً من المستخدمين يمكنهم أن يذهبوا للتسوق عبر الحقيقة التقريبية وكل منهم تكون له الصور ذاتها التي لدى المستخدمين الآخرين كما لو كانوا فعلاً في مراكز التسوق الفعلية، وذلك دون أن يضطر أى منهم لمغادرة منزله. الاجتماعات والكونشترات سوف تعقد بدون استلزامها مسارح أو قاعات استماع تقام فيها أو عليها، وليس فقط سيوفر ذلك تكاليف المشاهدة وعناء الضيافة والانتقال إلى المكان وإنما أيضاً سيتيح لكل المشاهدين أن يجلسوا في المقاعد المريحة التي يفضلونها في نفس الوقت.

لو أن الأسقف بيركلى و سلطة الاتهام (التي حاكت جاليليو) كانا يعلمان بالحقيقة التقديرية ربما كانا سيتمسكان بها كوسيلة ناجعة لإثبات خداع الحواس، ويشحذوا بها جدلهم ضد التسبب العلمى. ماذا سيحدث لو أن طيار المحاكى أراد أن يختبر المعيار الذى استخدمه د. جونسون فى الواقع الفعلى؟ ولو أن الطائرة المشابهة أو المتخيلة وكل ما يحيط بها لا يوجدون فى الواقع الفعلى إلا أن لهم رد فعل تجاه الطيار كما لو كانوا حقيقيين. إن الطيار يستطيع أن يفتح الخانق (المارش) ويستمع إلى صوت المحرك (الموتور) وهو يزأر كرد فعل لحركته، ويرى الطائرة عبر نافذتها وهى تحث فى سيرها، ويشاهد تذبذب ثم ذوبان الغاز فى الفضاء على الرغم بأنه ليس هناك محرك على الإطلاق. ويمكن للطيار أن يمر بخبرة الطيران عبر عاصفة، ويستمع للرعْد ويرى قطرات المطر وهى تصطدم بزجاج النوافذ دون أن يوجد أى من هذه الأشياء بالفعل. كل ما هو خارج قمرة الطيار هو فعلياً كمبيوتر، وبعض الروافع الهيدروليكية، وشاشات تليفزيونية، وسماعات صوت، فضلاً عن حجرة بمثابة محطة جافة الجو ومجهزة جيداً.

هل من شأن ذلك أن يقلل من صحة رفض د. جونسون للأناثة؟ لا . نفس المناقشة التي جرت بينه وبين بوزويل كان يمكنها أن تحدث داخل طائرة متخيلة. كان يمكنه أن يقول: أنا أرفضها هكذا" بينما هو يفتح الخانق ويشعر برد فعل تحرك الطائرة المتخيلة في حين ليس هناك محرك. والذي يقوم برد الفعل على الإطلاق هو الكمبيوتر الذي يدور من خلاله برنامج يحسب ما الذي سيفعله المحرك عند تشغيل خانق حركته. إلا أن هذه الحسابات تعتبر خارجية بالنسبة لعقل د. جونسون والتحكم في مفتاح الخانق بدرجة من التعقيد والاستقلالية كما في حالة الماكينة الفعلية بالضبط. ولهذا فهم يتجاوزون اختبار الحقيقة وبشكل صحيح لأن هذه العمليات هي من قبيل العمليات الفيزيائية للكمبيوتر ، والكمبيوتر ذاته ليس إلا شيئاً فيزيائياً - وليس أقل بالمرّة عن أى ماكينة - فعلى وتام. حقيقة أنها ليست ماكينة فعلية، لا علاقة لها بالجدل ضد الأناثة. على كل حال فليس سهلاً تعريف كل ما هو فعلى. ربما لم يكن مهماً في واقعة د. جونسون أن ما كان يبدو على أنه حجر هو في حقيقته حيوان ما يرتدى زياً يأخذ سمت الحجر، أو حتى لو كانت المسألة مجرد صور متطابقة أو قزمية لأى حديقة. طالما أن لها جميعاً رد فعل على نحو ما له تعقيده واستقلاليته. كان د. جونسون سيكون محقاً لو انتهى إلى أن المسبب هو شيء فعلى يقع خارجة وعلى ذلك فالحقيقة الفعلية لا تشتمل عليه وحده.

ومع ذلك فإن معقولية أو مدى ملائمة الحقيقة التقديرية تبدو غير مريحة لهؤلاء من الذين تستند رؤيتهم للعالم على العلم. فقط فكر فيما هو مولد الحقيقة التقديرية من وجهة نظر الفيزياء. إنه بالطبع شيء فيزيائي تحكمه نفس القوانين التي تحكم سائر الأشياء. ولكنه يمكن أن يدعى أو يتظاهر بما هو غير ذلك. يمكنه أن يدعى أنه يختلف تماماً عن أى شيء آخر، وأنه يخضع لقوانين فيزيائية زائفة. والأكثر من هذا أنه يمكنه أن يقوم بهذا الادعاء بطريقة معقدة ومستقلة. عندما يركله المستخدم بهدف اختبار فعلية ما يزعمه وعما إذا كان هذا الشيء حقيقياً أم زائفاً، فإنه يصدر رد فعل كما لو

كان مثل الأشياء الأخرى غير الموجودة، وكما لو أن القوانين الزائفة كانت حقيقية وصادقة. لو أن لدينا مثل هذه الأشياء فقط لنتعلم منها الفيزياء، فإننا إذن لن نتعلم إلا القوانين الخاطئة (أم أن ذلك لن يحدث؟ من المدهش والمفاجئ أن الأشياء لا تنحو هذا المنحى فى خط مستقيم وسوف أعود لهذا السؤال فى الفصل التالى. ولكن علينا أولاً أن نأخذ فى اعتبارنا الحقيقة التقريبية بالحذر الواجب).

يبرز على وجه المسألة ما يبدو أن الأسقف بركلى كانت له وجهة نظر صحيحة بأن الحقيقة التقديرية هى من قبيل الحديث غير الملائم أو القاسى بالنظر للقدرات البشرية - ذلك أن غير المواعة هذه لا بد أن تحذرنا من حدود القدرة البشرية المتأصلة فىنا والتي تضع حداً على قدرتنا على فهم العالم الفيزيائى. إن طريقة أداء الحقيقة التقديرية تبدو أنها تقع فى نفس المساحة أو المدى الفلسفى للوهم أو زيف التتابعات أو الصدف، التى من شأنها جميعها أن تظهر لنا الشئ على أنه حقيقى بينما هى فى الواقع تقودنا إلى متاهة. لقد رأينا كيف أن النظرة العلمية للعالم يمكنها أن تستضيف - وبالطبع تتوقع - وبدرجة عالية هذا النوع من الظواهر التى تقودنا للتيه. وبالدرجة الأولى هى النظرة التى تستضيف قابلية البشر للخطأ هم ومصادرهم الخارجية أيضاً. ومع ذلك وبصفة أساسية فليس مرحباً بهذه الظواهر الخادعة. إلا من قبيل قيمة الفضول أو عندما نتعلم منها لماذا قادتنا إلى التيه، على أية حال فنحن نحاول تجنبها وأن نمضى قدماً بدونها. ولكن الحقيقة التقديرية ليست على هذا المستوى، أنها لا تشير إلى أن ثمة حدود متأصلة فى البشر للفهم، بل على عكس ذلك فإن المتأصل فىنا هو لا محدودية تلك القدرة. وليس من الشذوذ اعتبار أنها متطابقة مع خواص أعضاء الحس فىنا، بل هى خاصية أساسية فى التعدد على وجه العموم، وحقيقة أن التعدد له هذه الخاصية - بعيداً عن كونها عائقاً صغيراً للواقعية والعلم - هى من الأمور الضرورية لكل من الأمرين (القدرة البشرية من ناحية والتعدد من ناحية أخرى) ، أنها الخاصية

التي تجعل العلم ممكناً. إنها مما لا يمكن أن نمضى فى طريقنا بدونها بل وعلى العكس وبشكل حرفى لا يمكننا المضى بدونها.

لقد عرّفت مولد الحقيقة التقديرية على أنه تلك الماكينة التي تعطى مستخدمها خبرة البيئة الفعلية أو المتخيلة (مثل التواجد داخل طائرة أو قيادتها) التي هى على ما يبدو أنها بعيدة عن عقله. دعنى أستدعى هذه الخبرات الخارجية التي تتكشف اختلافاتها عند مقارنتها مع الخبرات الداخلية مثل التوتر الذي يصيب قائد الطائرة حالما يقوم بأول هبوط له بالطائرة وحده، أو المفاجأة التي تعتريه عند الظهور المفاجئ لعاصفة رعدية صادرة عن السماء الزرقاء الصافية. مولد الحقيقة التقديرية يجعل مستخدمه وبطريقة غير مباشرة يعيش التجربة الداخلية مثل معاشته تماماً للتجربة الخارجية. ولو أنه لا يمكن برمجته على تجربة داخلية محددة، فعلى سبيل المثال: قائد الطائرة الذي يقودها مرتين فى "المحاكى" بطريقة خشنة، فهو فى المناسبتين سيكون قد تلقى تجربة خشنة، ولكنه على الأقل سيكون أقل مفاجأة أو اندهاشاً فى المرة الثانية عندما تظهر له العاصفة الرعدية. بالطبع سيبدو رد فعله مختلفاً فى المرة الثانية وهو ما يقود إلى اختلاف أيضاً فى تجربته الداخلية تجاه تلك العاصفة وهو ما يجعل توابع التجربة الخارجية مختلفة بدورها. وعلى الرغم من أن المرء يمكنه أن يبرمج الآلة على ظهور العاصفة فى الوقت الذي يريده، فهو لا يستطيع أن يمتد بهذه البرمجة إلى تغطية دفع المستخدم إلى الطرق التي يفكر بها لمواجهة المواقف.

يمكن للمرء أن يفكر أو يدرك أن تقنية الحقيقة التقديرية يمكنها أيضاً أن تقود إلى تجارب داخلية محددة. القليل منها مثل الحالات المزاجية الناتجة عن بعض الأدوية المخدرة والتي يمكن تمثيلها اصطناعياً، ولا شك مستقبلاً أنه سيتمكن معاودة إنتاج هذا النوع من الاصطناع. ولكن مولد التجارب الداخلية المحددة يجب - بصفة عامة - أن يكون قادراً على تجاوز الوظيفة العادية للعقل وأيضاً وظيفة الحواس. وبكلمات أخرى فإنه سيحل شخص آخر محل المستخدم. وهذا ما يضع هذه الماكينات فى مستوى آخر



بالنسبة لمولدات الحقيقة التقديرية. إنها ستتطلب تقنية مختلفة وسوف تدفع بقضايا فلسفية مختلفة وهو أيضاً ما دفعنى إلى استبعادها من تعريفى لمولدات الحقيقة التقديرية.

ثمة نوع آخر من التجارب لا يمكن بالطبع اصطناع أدائها وهى تلك التى يستحيل حدوثها منطقياً. لقد ذكرت أن الطيران عبر المحاكى يمكن أن ينشئ خبرة بطيران غير ممكن فيزيائياً يخترق الجبال. لكن لا شئ يمكنه أن ينشئ تجربة تحليل الرقم ١٨١ إلى عوامله الأولية لأن ذلك يستحيل منطقياً فالرقم ١٨١ من الأرقام الأولية (الاعتقاد بأن المرء يمكنه تحليل الرقم ١٨١ هو من قبيل التجربة الممكنة منطقياً، ولو أنها من النوع الداخلى، ولهذا فهى خارج مدى الحقيقة التقريبية). وواحدة أخرى من التجارب المستحيلة منطقياً هى تجربة فاقد الوعى، لأن المرء حين يفقد وعيه فهو بالتعريف نفسه لا يمر بأى خبرة على الإطلاق. عدم الخبرة بأى شئ يختلف تماماً عن خبرة فقد الوعى التام أو عزل الحواس لأن الأخيرين بالطبع هما من البيانات الممكنة فيزيائياً.

باستبعاد التجارب المستحيلة منطقياً، وكذا استبعاد التجارب الداخلية، فسنكون فى مواجهة المدى الواسع للتجارب الخارجية الممكنة منطقياً فى البيئة الفيزيائية التى ربما تكون ممكنة فيزيائياً أو ربما لا تكون كذلك (الجدول ٥-١). الشئ الممكن فيزيائياً هو الذى لا تحول دونه قوانين الفيزياء. فى هذا الكتاب سأفترض أن قوانين الفيزياء تتضمن قاعدة غير معروفة لتحديد الحالة المبدئية أو البيانات (المعلومات) الإضافية التى من شأنها، من حيث المبدأ، أن تعطينا وصفاً كاملاً لمتعدد الأكوان (وإلا لكانت هذه المعلومات عبارة عن مجموعة من الحقائق الجوهرية المتعذر تفسيرها). وفى هذه الحالة فإن أى بيئة تكون ممكنة فيزيائياً إذا وفقط إذا تواجدت فى مكان ما خلال متعدد الأكوان (أى فى كون آخر أو أكوان أخرى). وأى شئ يتعذر فيزيائياً حين لا يكون له مكان عبر متعدد الأكوان.

كما عرّفت إمكانية استعادة أو تكرارية قيام مولّد الحقيقة التقديرية بمد المستخدم بخبرة تجريبية لبيئة فعلية أو متخيّلة بالقدر الذي يمكن برمجة المولد على أدائه. سؤالى عن الحدود المطلقة للحقيقة التقديرية يمكن وضعه على النحو التالى: ما هى القيود، إذا كان ثمة قيود، التى يمكن أن تفرضها قوانين الفيزياء على تكرارية استعادة التجارب عبر مولدات الحقيقة التقديرية؟

الحقيقة التقديرية دائماً ما تحتوى على خلق انطباع حسيّ اصطناعى وتوالد للصور، لذا دعنا نبدأ من هنا.

## التجارب الخارجية الممكنة منطقياً



خبرات غير ممكنة منطقياً      بيانات غير ممكنة فيزيائياً      بيانات ممكنة فيزيائياً

تحليل عدد أولى إلى عوامله الأولية.	مثال: الطيران بأسرع من سرعة الضوء.	مثال: قيادة طائرة ما.	خبرات خارجية
مثال: عدم الوعي.	مثال: خبرة إدراك ألوان خارج قدرة الإبصار.	مثال: أن تكون فخوراً بقدرتك على قيادة الطائرة.	خبرات داخلية

(جدول ٥ - ١) تصنيف للخبرات مع مثال لكل منها. تهتم الحقيقة التقديرية بتوليد التجارب الخارجية الممكنة فيزيائياً (مجال الجدول فى قمة اليسار)

ما هي القيود التي تفرضها قوانين الفيزياء على قابلية مولد الصور على خلق صور اصطناعية، يؤديها تفصيلاً ويغطي مداها الظاهر والحسي. ثمة طرق متعددة يمكن من خلالها أن يكون الأداء تفصيلياً في محاكي لطائرات هذه الأيام يمكن صنعه باستخدام شاشات تليفزيونية عالية المستوى. ولكن هل يمكن لطائرة فعلية أن تؤدي على المستوى المطلق من التفصيل والمستوى الكبير الذي يمكن أن تستوعبه حواس قائدها؟ بالنسبة لحاسة السمع فقد تحقق بالفعل حد مطلق له مع أجهزة الاستماع جيدة المستوى Hi-fi وبالنسبة للرؤية فلا يمكن الوصول إلى حد أقصى أيضاً. ولكن ماذا عن الحواس الأخرى؟ هل من الواضح وجود إمكانية فيزيائية لإنشاء مصنع كيميائي غرضه العام إنتاج تركيبة معينة من الخواص الكيماوية لملايين الروائح تمكن المرء من ملاحظتها في اللحظة الواحدة؟ أو ماكينة عند إدخالها في فم الذؤاقة (من يحترف مهنة تذوق الأطعمة ونكهاتها المختلفة) يمكنها أن تقترح طعم ونسيج أي طبق طعام ممكن؟ - أو لا تقول شيئاً عن خلق حالة الجوع أو العطش التي تعقب الوجبة، أو الرضا الفيزيائي (البدني) بعد الوجبة؟ (الجوع والعطش وأحاسيس أخرى مثل توازن أو توتر العضلات من المفهوم على أنها خبرات داخلية، ولكنها خارجية بالنسبة للعقل وبالتالي فمن الممكن أن تكون داخل مدى الحقيقة التقديرية).

صعوبة صنع مثل هذه الآلات ربما تكون مسألة تقنية، ولكن ماذا عن: افترض أن قائد الطائرة في المحاكى يرغب في أن ترتفع طائرته رأسياً بسرعة شديدة ثم أغلق موتورها. الطائرة ستستمر في الصعود ارتفاعاً إلى أن تستنفذ كمية الحركة إلى أعلى ثم تبدأ في السقوط بسرعة متزايدة، هذه الحركة بالكامل تسمى "السقوط الحر" سواء في صعودها بعد إغلاق الموتور أو في سقوطها بعد إجهاده لأنها في الحالتين تكون خاضعة في حركتها لسيطرة قوة الجاذبية وحدها. وعندما تكون في حالة السقوط الحر فإن شاغليها يكونون في حالة انعدام الوزن. ويمكنهم أن يسبحوا حول القمرة كما تسبح كائنات الفضاء في مدار. يستعاد الوزن فقط عندما تعود القوة التي تدفع

الطائرة لأعلى إلى العمل سواء أكان سبب هذه القوى الديناميكات الهوائية أو الأرض غير المتسامحة (في الواقع تتحقق حالة السقوط الحر عندما تطير الطائرة بقوة محركها على المسار المنحني على شكل القطع، المكافئ والذي كانت تتبَّعه في غياب كل من قوة الموتور ومقاومة الهواء). السقوط الحر لطائرة يستخدم في تمرينات انعدام الوزن لرواد الفضاء قبل أن يسافروا في الفضاء. الطائرة الفعلية يمكنها أن تكون في حالة سقوط حر لمدة دقيقتين أو أكثر لأن لديها عدة كيلو مترات للارتفاع والانخفاض. ولكن في الطيران المحاكى على الأرض يمكنه أن يحدث للحظة لأن ما يسنده يجعله يطير لأقصى مداه ثم بعدئذ يسقط. الطيران المحاكى (على الأقل الموجود منه هذه الأيام) لا يمكن استخدامه في تدريبات انعدام الوزن لأن المرء يحتاج فيه لطائرة فعلية.

هل يستطيع المرء علاج هذا العيب في محاكى الطيران بإعطائه القدرة على محاكاة السقوط الحر على الأرض (في هذه الحالة يمكن استخدامه في محاكاة مركبة فضاء)؟ ليس ذلك سهلاً، لأن قوانين الطبيعة لا تتيح ذلك، الفيزياء المعروفة لا تمدنا بأي طريقة، حتى من حيث المبدأ، غير السقوط الحر لإزالة تأثير الوزن. الطريقة الوحيدة لوضع الطيران المحاكى في حالة سقوط حر بينما هو مستقر على الأرض، هو بوضع جسم ضخم وثقيل مثل كوكب آخر له نفس كتلة الأرض فوقه ليوقف مفعولها. حتى ولو كان هذا ممكناً (لاحظ هنا أننا لسنا مهتمين بإجراء تجربة فعلية، وإنما بتحديد ما تسمح به قوانين الفيزياء أو ما لا تسمح به) فإن طائرة فعلية يمكنها أن تنتج تغييرات معقدة ومألوفة في مقدار واتجاه وزن شاغليها، وذلك من خلال المناورة أو عبر تشغيل إيقاف الموتور. لمحاكاة هذه التغييرات، فلا بد من تحريك الجسم الثقيل بنفس الشكل، وكما يبدو متوقعاً فإن سرعة الضوء (إذا لم يكن أمر آخر) سوف تضع حداً مطلقاً على مدى سرعة إمكان حدوث ذلك.

ومع ذلك فلكي تحاكي سقوطاً حراً فلا يتوجب على الطائرة المحاكية أن تمدنا بانعدام وزن فعلى، فقط تجربة انعدام الوزن وبعض التقنيات التي تقرب التجربة من

الوضع الفعلى، مثلاً يتمرن رواد الفضاء تحت الماء وهم يرتدون سترات فضاء بحيث يكون وزن هذه السترات صفراً بالنسبة لقابلية الطفو. وتقنية أخرى تتمثل فى تزويد رائد الفضاء بأجهزة يحملها معه فى الفضاء وهى أجهزة بكمبيوتر يسيطر على مشابهة انعدام الوزن. ولكن هذه الوسائل تعتبر بسيطة والإحساس الذى تقدمه من الصعب أن تخطئ الفرق بينه وبين الإحساس الفعلى، هذا إن وُجد فرق بينهما. المرء وبطريقة لا يمكن تجنبها مدعوم بقوى على جلده لا يستطيع الإفلات من الإحساس بها. وبالإضافة إلى ذلك فإن الإحساس النمطى بالسقوط والذى يحدث عبر الحس فى عضو الأذن الداخلية لا يمكن للمحاكاة أن تؤديه. المرء قد يتخيل تطورات أكثر تقدماً: مثل استخدام سوائى مساندة (تسند المتدرب) متدنية الزوجة، أو أدوية تؤدى إلى الشعور بالسقوط. ولكن هل يمكن للشعور المحاكى أن يكون بالدقة الكاملة فى طائرة محاكية قابعة على الأرض؟ إذا لم يكن، فإن ثمة حدود نهائية على الدقة فيما يتعلق بمدى محاكاة خبرة الطيران بشكل اصطناعى. للفرقة بين طائرة فعلية وأخرى محاكية قائد الطائرة أن يجعلها فى حالة سقوط حر فى مسار منحنى ليرى هل تحققت حالة انعدام الوزن من عدمه.

بعد البدء بتحديد المشكلة بشكل عام. لتجاوز الوظيفة العادية لأعضاء الحس لا بد أن نرسل لها صوراً تتضمن تلك التى تنجم عن البيئة التى يتم محاكاتها. لا بد أن نفترض ونتخيل الصور الناجمة عن البيئة الفعلية. ولكن هذه الحيل هى من قبيل العمليات الفيزيائية، ولا يمكن تحقيقها إلا عبر العمليات المتاحة فيزيائياً. الضوء والصوت يمكن تحليلهما وتذويبهما ومن ثم يتاح استبدالهما بسهولة بأصواء وأصوات مساوية لها. ولكن، وكما سبق أن قلت، ليس الأمر كذلك بالنسبة للجاذبية لأن قوانين الفيزياء تمنع ذلك. مثال انعدام الوزن فى طائرة محاكية وليست فعلية يبدو أنه ينتهك قوانين الفيزياء.

ولكن لا، ليس كذلك انعدام الوزن وسائر الإحساسات الأخرى يمكن تأديتها اصطناعياً. ففي نهاية المطاف سيصبح علينا تجاهل كل أعضاء الحس جميعاً ومحاكاة الأعصاب الموصلة بينها وبين المخ مباشرة.

وهكذا فنحن لن نحتاج إلى مصانع ذات أغراض كيماوية أو إلى ماكينة خاصة تقدم جاذبية مصطنعة. حين نفهم كيف نحلل الأعضاء بدرجة كافية لنحدد الشفرة التي ترسل من خلالها الإشارات حين تستكشف الروائح، فإن كمبيوتر موصل بطريقة مناسبة للعصب المتعلق بهذه العملية يمكنه أن يرسل ذات الإشارة للمخ. ليس إذن على المخ لعبور تجربة الروائح أن يستعين بأية أدوية لو كان هناك وجود لمثل هذه الأدوية. وبالمثل يستطيع المخ أن يعبر تجربة انعدام الوزن الموثوق بها حتى في ظروف الجاذبية العادية. وبالطبع لن تكون ثمة حاجة لتلفزيون أو سماعات صوت أيضاً.

وهكذا فإن قوانين الفيزياء لا تضع أية حدود على مدى وصحة مولد الصور. ليس هناك شعور ممكن أو حتى مجموعة من المشاعر لدى الإنسان قدرة الإحساس بها لا يمكن - من حيث المبدأ - أن تتمثلها أو استحضارها اصطناعياً. وسيأتى اليوم - إزاء ظاهرة تعميم وعمومية الشرائط السينمائية (الأفلام) الذى سيكون فيه أفلام لكل الأحاسيس كما قال ألدوس هكسلى Aldous Huxley فى كتاب "عالم جديد شجاع". سوف يتمكن المرء بالإحساس بقارب تحت قدميه، وأن يسمع صوت الأمواج ويشم رائحة البحر، وأن يرى قلب ألوان الغروب فى الأفق ويحسّ بالريح وهى تعبث بشعر رأسه (إذا كان لديه شعر) وذلك كله دون أن يكون مضطراً لمغادرة الأرض الجافة وأن يغامر بالخروج من منزله. وسينما الأحاسيس تلك سوف تيسر له استكشاف أحاسيس لم يسبق له تجربتها ولا يتوقع حدوثها مستقبلاً. كما سيتمكنها توفير ما يعادل الموسيقى: تركيب تجريدى من ألحان يستشعرها فتجعل المشاهد والصور أكثر لطفاً.

هذه الإمكانيّة للمشاعر الاصطناعيّة التي يسهل تمثّلها سيكون أمراً محققاً الآن وللأبد، أي بناء ماكينة واحدة يمكنها استحضار الأحاسيس وقت طلبها بما يعنى أمراً آخر استثنائياً وهو العالميّة. ماكينة المشاعر بهذه الإمكانيّة سوف تصبح: مولّد صور عالمي.

وهذه الإمكانيّة (ماكينة المشاعر العالميّة هذه) هي التي ستجبرنا على تغيير نظرتنا إلى السؤال عن الحدود المطلقة لتقنيّة المشاعر. حالياً تكمن تطورات هذه التقنيّة في ابتكار وتصحيح للطرق المتنوعة في مشابهة ومحاكاة أعضاء الحس. ولكن هذا المستوى من المشاكل سوف يختفي في اللحظة التي نُطوّر فيها "الشفرة" التي يتعامل بها أعضاء الحس، وأن نطوّر تقنيّة رقيقة ومقنعة لمحاكاة أعصابنا. عندما نولد إشارات عصبية اصطناعيّة بشكل صحيح يكفي لعدم التفرقة بين الإشارات الاصطناعيّة المرسلّة للمخ وبين الإشارات التي قد تبعثها له أعضاء الحس عبر الأعصاب، وليس الأمر بعيداً عن المتناول وقريباً ما سيصبح أمراً مناسباً ومألوفاً. وعند هذه النقطة وبعد استقرارها لفترة سوف ينحصر التحدي ليس في توليد أو استحضار المشاعر والأحاسيس إنما أي منها هو الذي سنستحضره ونجود من صحته. وفي مجال محدود في هذا الشأن يتم ذلك اليوم، كمشكلة كيف نعيد إصدار أعلى جودة من الصوت والتي أصبحت غاية ما يكون من الحل من خلال الأسطوانة المدمجة والجيل الجديد من أجهزة الصوت المختلفة. قريباً سوف لا يكون هناك أجهزة ذات جودة عالية تثير الحماس. التوقد لإنتاج الصوت لن يكون مهتماً بمدى تصحيح الإنتاج بقدر ما سيدور الأمر روتينياً حول تصحيح ما يميزه البشر، وما هي الأصوات الواجب تسجيلها في المقام الأول.

في أثناء دوران ماكينة توليد الصور لعرض مناظر مسجلة من واقع الحياة، فأمر صحتها سيكون مُعرفاً من خلال مدى قرب الصور المعروضة لتلك التي يمكن أن يدركها المرء فيما لو كان في الواقع الفعلي الأصلي. وعلى سبيل التعميم أكثر فإذا كان

المولد يؤدي اصطناعياً صوراً مصممة مثل الكارتون (الصور المتحركة)، أو مقطوعة موسيقية مأخوذة من نص تأليفى مكتوب، فصحة أى منهما هو قرب الصور المؤداة لتلك المقصودة فى الأصل. إذا كان الأداء مقترباً من حدود عدم تمييز المستخدم بينه وبين الأصل المستهدف، هنا يمكن أن نصفها بأنها صحيحة بدرجة عالية. (وهكذا فإن ما يبدو صحيحاً عند مستخدم ما، قد يكون أقل صحة عند مستخدم آخر لديه حس أكثر حدة أو لديه حس إضافى عن غيره).

لا يشتمل، بالطبع، المولد العالمى للصور على كل الصور المسجلة الممكنة، ما يجعله عالمياً هو إمكانياته على تسجيل أى صورة ممكنة تستطيع استدعاء أى إحساس لدى المستخدم. مع مولد أحاسيس سمعى عالمى (نظام سمعى على الجودة بلا حدود) فإن التسجيل يمكن أن يأخذ شكل أسطوانة مدمجة. ولكى نؤكد قدرة جهاز السمع ذاك على إبقاء الإحساس لدى المستخدم بأطول مما تسمح به قدرة الأسطوانة المدمجة على التخزين فلا بد أن نسهم بآلية إمكانية تغذية أى عدد من الأسطوانات بشكل متعاقب داخل الماكينة. هذا الشرط لا بد أن يشتمل عليه كل مولد صور لأنه - وبصراحة - لا يمكن أن نطلق صفة العالمية على أى مولد صور ما لم يحتو على آلية لعرض ما هو مسجل دون حدود لاستمرارية العرض. والأكثر من ذلك أن الآلة عندما تقوم بالعرض لمدة طويلة فإنها ستحتاج لصيانة وإلا ستصاب الصور بالبهتان أو تلتصق إحداها بالأخرى، هذا الاعتبار وغيره من الاعتبارات المماثلة تتصل جميعها بحقيقة أن اعتبار أى موضوع فيزيائى منفصلاً عن سائر الكون، هو اعتبار تقريبي أو تقديرى. أى مولد صور على الجودة يعد كذلك (عالمياً) إلى حد معين فى المفهوم الخارجى الذى يفترض فيه أن نمده بأشياء مثل: مولد معين للطاقة وآلية تبريد وصيانة من وقت لآخر. لأن أى آلة نضيف إليها مثل هذه الاحتياجات لا يستبعدا من كونها آلة عالمية منفردة، هذا بالإضافة إلى أن قوانين الفيزياء لا تمنع الاستجابة لهذه الاحتياجات، والاستجابة لها لا تستدعى بالضرورة تغييراً فى تصميم الآلة.



وكما سبق أن ذكرت فإن مولد الصور ليس إلا مكوناً واحداً من الحقيقة التقديرية: فهناك أيضاً كل عناصر التفاعلات الأهم. من الممكن الاعتقاد بأن مولد الحقيقة التقديرية هو مولد صور التي تحدت صورته سلفاً بشكل كامل وإنما تعتمد جزئياً على ما يختار المستخدم أن يؤديه المولد.

هو لا يشمل تتابع صور محددة من قبل كما هو الحال فى السينما أو سينما المشاعر. وإنما يؤلف بين مجموعة من الصور أثناء عرضها بحيث تضمن تياراً من المعلومات حول ما يفعله المستخدم. مولدات الحقيقة التقديرية فى أيامنا هذه، على سبيل المثال، تتبع وضعية رأس المستخدم، وتستخدم حساسات حركة كما يظهر فى (الشكل ٥ - ١). وبصفة مطلقة سوف يتتبعون كل ما يفعله المستخدم ويمكنه أن يؤثر على المظهر الموضوعى للبيئة الجارى محاكاتها. جسد المستخدم قد يكون متضمناً فى البيئة، وما أن الجسد يعتبر موضوعاً خارجياً عن الفعل، فإن تحديد بيئة الحقيقة التقديرية ربما تشمل وعلى نحو صحيح كل ما يتطلبه ما يبدو أن المستخدم قد أحله مجدداً محل خاصية أخرى.

العقل البشرى يؤثر على الجسد وعلى البيئة الخارجية من خلال الإشارات التى تطلقها الأعصاب. ولذلك فإن مولد الحقيقة التقديرية يستطيع - من حيث المبدأ - أن يحصل على كل المعلومات التى تحتاجها عما يفعله المستخدم وذلك من خلال فهم وإدراك الإشارات المرسله من أعصاب المستخدم إلى عقله. هذه الإشارات التى كانت ستذهب إلى جسد المستخدم يمكن نقلها إلى كمبيوتر وحل شفرتها بحيث يحدد بالضبط كيف تحرك المستخدم. الإشارات المرتدة إلى المخ هى نفسها التى كان جسم المستخدم سيبعثها فيما لو كان فى البيئة الفعلية. وإذا استدعت البيئة المحددة نوعاً ما من الشعور فإن الجسد المحاكى يمكن أن يختلف رد فعله عن رد الفعل الفعلى كتمكينه من النضال للبقاء فى بيئة كان يمكن لها أن تتسبب فى مقتل الجسد أو كمحاكاة قصور أداء الجسد.

من المفضل أن أعترف هنا بأنه من المحتمل أن القول بأن العقل البشرى يتفاعل مع العالم الخارجى فقط بإصدار واستقبال نبضات العصب يعتبر قولاً مثالياً إلى درجة كبيرة. ثمة رسائل كيمياوية تسير فى الاتجاهين معا. افترض أنه من حيث المبدأ يمكن لهذه الرسائل أن تفهم وأن تصبح قابلة لإحلالها بغيرها فى نقطة ما بين الدماغ وباقى الجسد. هذا أن يبقى المستخدم بلا حركة، ومتصلاً بالكمبيوتر، ولديه خبرة التفاعل التام مع عالم محاكى متأثراً به عائشاً فيه. (الشكل ٥-٢) يوضح ما أنا بصدد تخيله. بالصدفة، ولو أن مثل هذه التقنية تظل فى إطار المستقبل، إلا أن التفكير فيها أقدم بكثير من وقت ظهور نظرية الحوسبة. فى بواكير القرن السابع عشر أخذ ديكارت فى الاعتبار بالفعل فلسفة مناورات الحس كملاك حارس للمرء وهذا بالضرورة نوع من الحقيقة التقديرية الموضحة بـ(الشكل ٥-٢) مع استبدال الكمبيوتر بعقل له طبيعة تفوق العقل المؤلف.

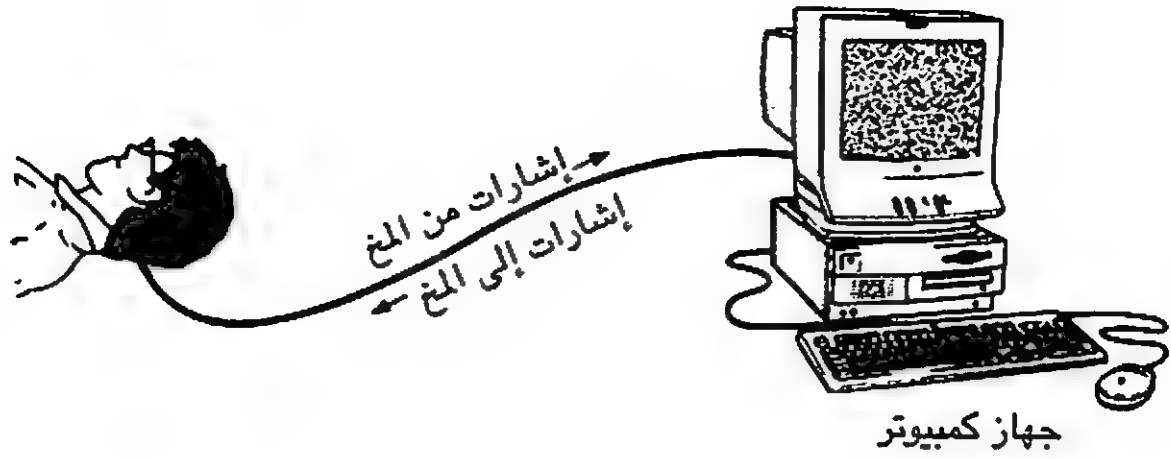
من خلال المناقشة الجارية يبدو أن مولد الحقيقة التقديرية يجب أن يشمل على الأقل الثلاث مكونات الرئيسية التالية:

● مجموعة من أجهزة الإحساس (التي يمكنها أن تعمل كمجسّات لنبض الأعصاب) لى ترصد ما يفعله المستخدم.

● مجموعة مولدات الصور (التي يمكن أن تكون كمحاكيات أعصاب ولها نفس الحيل والوسائل).

● كمبيوتر يقود العملية.

وكان تركيزى على الأمرين الأولين، أجهزة الإحساس ومولدات الصور، وذلك لأنه فى حالتها البدائية الحالية . فإن أبحاث الحقيقة التقديرية لم تزل غير مشغولة مسبقاً



(شكل ٥-٢)

الحقيقة التقديرية كما يتصور أن يتم إنجازها في المستقبل

بمولدات الصور. ولكن لو وجَّهنا نظرنا إلى الوراء نحو حدود التقنية آنذاك سنرى أن مولد الصور كان مزوداً بمجرد وسيلة وصل (كابل للربط) بين المستخدم ومولد الحقيقة التقديرية الفعلي الذي هو الكمبيوتر. لأن المحاكاة برمتها لبيئة محددة تتم عبر الكمبيوتر ولأنه هو الذي يمد العملية بتعقيد واستقلالية رد الفعل الذي يُبرِّر مصطلحي "الحقيقة" و"الحقيقة التقديرية". وكابل الربط ذاك لا يشترك مع البيئة المتلقاة بمعرفة المستخدم باعتبارها من وجهة نظره مُخرقة بمعرفة المستخدم تماماً كما ندرك بشكل طبيعي أن أعصابنا هي جزء من بيئتنا. مولدات الحقيقة التقديرية في المستقبل سيكون من الأحسن وصفها على أنها تحوى مكوناً رئيسياً: الكمبيوتر مزودا ببعض الإمكانيات والقدرات العادية.

أنا لا أهدف إلى تبسيط المشاكل العملية المتضمنة في اعتراض طريق إشارات الأعصاب ما بين إصدارها أو استقبالها من العقل البشري، ولا تعقب الشفرات المتنوعة المتصلة بالموضوع، ولكن هذه مجموعة من المشاكل سوف يجرى حلها دفعة واحدة فقط. وبعدها سوف يكون التركيز في الحقيقة التقديرية لمرة واحدة وأخيرة على الكمبيوتر، ومشكلة كيفية برمجته لكي يؤدي ما يحاكي البيئات المتنوعة. البيئة التي سيمكننا محاكاتها، لن يتوقف فيها الأمر على أي حساسات تلزمنا أو أي مولدات

صور يمكن بناؤها، ولكن أى البيئات يمكن تحديدها. تحديد بيئة ما سوف يعنى إمداد البرنامج الصحيح للكمبيوتر الذى يمثل بالفعل قلب مولد الحقيقة التقديرية.

مفهوم الأداء الصحيح ليس على خط مستقيم مع الحقيقة التقديرية كما هو بالنسبة لمولد الصور بسبب طبيعة التفاعل فى الحقيقة التقديرية. وكما قلت فإن "دقة" مولد الصور هى مقياس لمدى قرب الصور الناتجة إلى الصور المقصودة. ولكن بالنسبة للحقيقة التقديرية فليس ثمة صور معينة مقصودة أو مستهدفة. كل المقصود هو بيئة معينة يراد للمستخدم أن يمر بخبرتها. تحديد بيئة الحقيقة التقديرية لا يعنى تحديد ما الذى سيجريه المستخدم من خبرة، وأكثر تحديداً كيف سيكون رد فعل البيئة إزاء كل حركات المستخدم الممكنة على سبيل المثال فى حالة مباراة تنس فالمرء يستطيع أن يحدد مظهر الملعب والجو، وتصرف المشاهدين، وكيف يلعب الخصم. ولكن المرء لا يستطيع أن يحدد كيف ستجرى المباراة: هذا يتوقف على مجرد القرارات التى سيتخذها المستخدم أثناء اللعب. كل مجموعة من القرارات سوف تنتهى إلى استجابات مختلفة عن البيئة التى تمت محاكاتها وبالتالي إلى مباراة تنس مختلفة.

عدد كبير جداً من مباريات التنس يمكن تأديتها فى نفس البيئة الواحدة، ومن خلال برنامج واحد - مثلاً: محاكاة الملعب الرئيسى فى "ويمبلدون" - من وجهة نظر اللاعب - وافترض أن اللاعب جدّ حذر بمعنى أنه فى كل ثانية من المباراة ينتقل بالتبادل بين طريقتين لاستقبال الكرة - من ناحية اللاعب - حينئذ سوف يصبح هناك بعد ثانيتين ثمة أربعة مباريات ممكنة، وبعد ثلاث ثوان ثمة ثمانية مباريات ممكنة ... وهكذا. وبعد حوالى أربعة دقائق سيصبح عدد المباريات المختلفة عن بعضها البعض بما يجاوز عدد الذرات فى الكون، سيستمر العدد فى الزيادة بشكل أسى: والبرنامج الذى يمكنه أن يؤدي ذلك بشكل صحيح من خلال بيئة واحدة لا بد أن يكون قادراً على الاستجابة فى أى واحدة من تلك الآلاف المؤلفة ويمكن إدراكه وبطرق مختلفة، معتمداً على كيف سيختاره اللاعب. وإذا استجاب برنامجين بنفس الشكل لكل حركة ممكنة

من جانب المستخدم، فإنهما يكونان منتجين لبيئة، أما إذا استجابا بطريقة مختلفة لكل حركة ممكنة فسوف يكونان مؤديين لبيئات مختلفة.

وهذا يُبقى الحال حتى ولو لم يصدر المستخدم الحركة التي تظهر الاختلاف. البيئة التي يؤديها البرنامج لنوع معين من المستخدمين وعبر كابل ربط معين يمثل الوجهة المنطقية للبرنامج، التي تعتمد على ما إذا كان البرنامج قد تم تنفيذه. البيئة المؤداة تكون صحيحة بقدر ما تستجيب به بنفس الطريقة التي تفعل به البيئة المقصودة لكل حركة ممكنة يأتى بها المستخدم. ذلك لأن صحته لا تعتمد فقط على ما لا يملكه المستخدم من خبرات بالفعل، بل ما يمكن أن يملكه فيما لو اختار التصرف بطريقة مختلفة أثناء الأداء. قد يبدو هذا متناقضاً، ولكنه كما سبق أن قلت، إنها نتيجة تابعة تقف على خط مستقيم مع حقيقة أن الحقيقة التقديرية تكون متفاعلة تماماً بتمام مثل الحقيقة ذاتها.

وهذا يبرز فرقاً مهماً بين مولد الصور وبين مولد الحقيقة التقديرية. صحة الصور التي يؤديها المولد يمكن - من حيث المبدأ - قياسها وأن يُشهد بها بمعرفة المستخدم أما صحة ما تؤديه الحقيقة التقديرية لا يمكنها أن تكون كذلك. وعلى سبيل المثال: إذا كنت من محبى الموسيقى وعلى دراية كافية بإحدى القطع الموسيقية فإنك تستطيع سماعها وتؤكد أنها قد تم تأديتها بشكل متقن، من حيث المبدأ، حتى آخر جملة موسيقية. أما إذا كنت من مشجعى لعبة التنس الذين يعرفون جيداً مركز ويمبلدون للعب فإنك لن تستطيع التأكد من أن الأداء المزعوم هو على نفس درجة الصحة، حتى لو كنت حراً فى استكشاف أو تحرى صحة المركز المحاكى لأى مدة تختارها، أو بأى طريقة لاختباره حسياً (كأن تركله مثلاً) ومهما كان لديك من محاور للمقارنة مع المركز الرياضى الفعلى، لن يمكنك أبداً أن تشهد بأن البرنامج قد حاكى بالفعل البيئة أو الموقع الأصلي. لأنك لن تعرف أبداً ما الذى سيحدث لو أنك أطلقت مدة الاستكشاف أو نظرت من فوق كتفك فى اللحظة المناسبة. ربما لو جلست فى كرسى "الحكم"

وصرخت: "خطأ" ربما فى هذه اللحظة تمر فوق الحشائش غواصة أو لغم ينسف لوحة نتائج المباراة.

ومن الناحية الأخرى، فإنك إن وجدت حتى اختلافاً واحداً بين البيئة المقصودة وتلك المحاكية فيمكنك أن تحكم على التوبأن المحاكاة غير صحيحة. ما لم تكن البيئة المحاكية لها بعض الملامح التى لا يمكن التنبؤ بها وعلى نحو عمدى. فعجلة الروليت مثلاً مصممة لكى تكون مما لا يتنبأ به. إذا صنعنا فيلماً لكيف تدور العجلة فى كازينو أو أحد أندية القمار فإنه يمكن القول بأن هذا الفيلم دقيق أو صحيح إذا ما كانت الأرقام التى تظهر على الشاشة فى الفيلم هى نفس الأرقام التى كانت قائمة وقت تصوير الفيلم. والفيلم فى كل مرة يدور سوف يظهر لنا نفس الأرقام: فهو إذن مُتنبأ به بالكامل. وهكذا فإن صورة صحيحة لبيئة لا يمكن التنبؤ بها لا بد أن تكون مما يمكن التنبؤ بها. ولكن كيف تكون صحيحة فى حالة الحقيقة التقديرية لعجلة روليت؟ كما سبق فإن المستخدم لا بد أن لا يجدها مختلفة من الناحية الإدراكية عن الأصلية. ولكن هذا يتضمن أن الشئ المحاكى ينبغى أن يتصرف كما الأصلية: إذا فعل، سواء استخدم الأصل فى التنبؤ بتصرفات الآخرين أو كان مما لا يمكن التنبؤ به، أو يجب أن تتصرف بنفس الطريقة فى كل مرة يجرى فيها تدويرها. عجلة الروليت المحاكية لكى تكون المحاكاة صحيحة فلا بد لها أن تكون مستخدمة للقمار كما هى الأصلية. وبالتالي ستكون مثلها مما لا يمكن التنبؤ بها كما يجب أن تكون عادلة بمعنى أن تجيء الأرقام فيها بطريقة عشوائية ومن خلال فرص متكافئة.

كيف نميز البيئة غير القابلة للتنبؤ بها، وكيف نؤكد أن الأرقام العشوائية المزعومة قد تم توزيعها بطريقة عادلة؟ علينا مراجعة أن العجلة المحاكية تتطابق مع مواصفاتها بنفس الطريقة التى نراجع بها عجلة الروليت الأصلية من خلال دفعها وتجربة دورانها لنرى هل تستجيب كما هو معلن عنها. كما نُجرى عدة ملاحظات مشابهة (بأى عدد

كبير كانت هذه الملاحظات) كما نجرى اختبارات إحصائية على مخرجاتها. ومرة ثانية فإنه لا يمكننا أن نشهد بأن العجلة المحاكية صحيحة أو حتى مجرد احتمال صحتها مهما كان عدد الاختبارات التي أجريناها. لأنه مهما كانت عشوائية بروز الأرقام فربما مع ذلك تقع هذه الأرقام فى نموذج سرى يمكنه أن يسمح للمستخدم أن يعرف كيف يتنبأ به. أو ربما لو تساءلنا بصوت عال عن تاريخ موقعة ووترلو Waterloo فإن الرقمين اللذين سيظهرا بعد ذلك وبطريقة ثابتة وغير متغيرة هما ١٥، ١٨ .

وعلى الناحية الأخرى فإن النتيجة التى ستظهر فى المرحلة التالية إذا جاءت غير عادلة فلن نستطيع أن نتأكد أنها كذلك، ولكننا قد نكون أكثر قابلية للقول بأن المحاكاة ربما لم تكن صحيحة. فعلى سبيل المثال لو أن الرقم صفر ظهر فى عشر دورات متتالية لعجلة الروليت المحاكية، لا بد أن نستخلص أنه ربما لا تكون لدينا محاكاة جيدة لعجلة روليت عادلة.

عندما ناقشنا مولدات الصور قلت أن صحة الصورة المحاكية تعتمد على حدة حواس المستخدم ومساهماته الأخرى ولكن مع الحقيقة التقديرية ستكون هذه أقل وآخر مشكلاتنا. مولد للحقيقة التقديرية الذى سيحاكى بيئة معينة بشكل صحيح والمنشأ من أجل البشر لن يفعل ذلك من أجل الأسماك أو لكائنات من خارج الأرض. لكى تحاكي بيئة معينة لمستخدم مزود بعدة أنواع من أعضاء الحس، فإن مولد الحقيقة التقديرية لا بد أن يكون متوائماً مع أعضاء الحس هذه، ولا بد أن يبرمج الكمبيوتر الخاص به على أساس سمات تلك الأعضاء. ولو أن الإصلاحات التى يجب أن تجرى لكى تستضيف نوع بشرى من المستخدمين قد أصبحت نهائية ولم يبق سوى تشغيلها فى إحدى المرات. إنها تهتم بما أسميته: إنشاء كابل ربط جديد. وكما نأخذ فى الاعتبار البيانات التى تتميز بدرجة عالية من التعقيد، فإن هدف محاكاة تلك البيانات لنوع معين من المستخدمين سوف يكون محكوماً بكتابة البرامج لحوسبة ما الذى ستفعله تلك البيانات، تحديد النوع البشرى المستهدف بالمهمة، درجة التعقيد المحددة، كل ذلك

سيكون جديراً بالإهمال عند المقارنة. هذه المناقشة هي عن الحدود القصوى للحقيقة التقديرية، لذا نحن نأخذ في اعتبارنا درجة الصحة التحكمية وطول وتعقيد المحاكاة. وهو ما يعطى معنى للقول: بمحاكاة بيئة معينة دون تحديد من الذى سيتم المحاكاة لصالحه.

وقد رأينا أن هناك فكرة مُعرّفة جيداً عن صحة المحاكاة فى الحقيقة التقديرية: وهى دقة فى التقارب ومدى الإدراك بين البيئة المقصودة وقرينتها المحاكية لها. ولكن هذا القرب لا بد أن يكون كذلك لكل طريقة يمكن أن يتصرف بها المستخدم، ولهذا فلا يهم مدى قوة ملاحظة الممارس لخبرة بيئة محاكية، لأنه لن يمكنه الحكم بأنها صحيحة أو حتى ربما صحيحة. ولكن الخبرة ذاتها يمكنها أحياناً أن تظهر المحاكاة كأنها غير صحيحة أو غير دقيقة أو أنها ربما كذلك.

هذه المناقشة عن الصحة أو دقة المحاكاة فى الحقيقة التقديرية تعكس العلاقة بين النظرية وبين التجريب فى العلم. هنا أيضاً من الممكن أن تؤكد تجريبياً أن نظريه ما هى من الزيف بمكان ولكن ليس من الممكن الحكم النهائى بأنها صادقة. وهنا أيضاً فإنه من قبيل النظرة القليلة التبصر للعلم أن كل ما فيه هو التنبؤ بانطباعات حواسنا. النظرة الصحيحة تتحصل فى أنه بينما تلعب انطباعات حسناً دوراً، فإن العلم هو فهم الحقيقة الكلية عبر تجربة أصغر جزء من هذه الحقيقة.

البرنامج فى مولد الحقيقة التقديرية لا بد أن يشتمل على نظرية عامة للتنبؤ بسلوك البيئة التى ستتم محاكاتها، أما المكونات الأخرى فهى تتعلق بتعقب أفعال المستخدم، وطريقة تشفير وحلول هذه الشفرة التى تتضمنها قائمة الاحساسات والتى هى كما قلت وظائف عادية. هذا إذا ما كانت البيئة ممكنة فيزيائياً، فالمحاكاة بالضرورة تكون مكافئة لقواعد التنبؤ بمخرجات كل تجربة يمكن ممارستها فى هذه البيئة. وبسبب الطريقة التى بُنيت بها المعرفة العلمية فإنه يمكن اكتشاف المزيد من



قواعد التنبؤ الصحيحة عبر نظريات تفسير أجود. وعلى هذا تكون محاكاة بيئة ممكنة فيزيائياً معتمدة على فهم فيزيائها.

الحديث أيضاً صحيح حين نقول: أن اكتشاف فيزياء بيئة ما يعتمد على إقامة حقيقة تقديرية محاكية لها. المرء عادة ما يتحدث عن نظريات علمية تصف فقط وتفسر موضوعات الفيزياء وعملياتها، ولكن لا تحاكيهم، على سبيل المثال فإن كسوف الشمس (أو خسوف القمر) يمكن أن يُطبع تفسيره في كتاب. الكمبيوتر يمكن برمجته بقائمة فلكية وقوانين الفيزياء للتنبؤ بهذا الكسوف ويمكن أيضاً طبع وصف له من خلاله. ولكن تأدية ذلك ومحاكاته يتطلب مزيد من البرمجة ومزيد من الهارد وير. ومع ذلك فالأمر كله حاضر في أذهاننا! الكلمات والأرقام التي طبعها الكمبيوتر في مجال وصف الكسوف لم تتم إلا لأن البعض يفهم ويعرف تلك الرموز. ذلك أن هذه الرموز تبرز في ذهن القارئ ما يشبه التنبؤ بتأثير الكسوف عند مواجهته، وربما عكس ما يمكن أن يظهر عليه اختبار هذا التأثير. والأكثر من ذلك التشابه الذي يُبرزه التفاعل مع الظاهرة. المرء يمكنه أن يلاحظ الكسوف بطرق متعددة: بالعين المجردة، أو بالتصوير بآلة فوتوغرافية، أو باستخدام آلات علمية متنوعة، ومن بعض المواضع على الأرض سوف يرى المرء كسوفاً كلياً للشمس، ومن مواضع أخرى سيرى كسوفاً جزئياً، وفوق بعض آخر لن يرى أي كسوف على الإطلاق. وفي أي منها جميعاً سيرى الملاحظ صوراً تختلف عن الأخرى، التي يمكن التنبؤ بها عبر النظرية. الذي يؤدي الكمبيوتر إلى إبرازه في ذهن القارئ ليس مجرد صورة واحدة أو صورة تابعة لها، ولكن منهج كامل لإنشاء عدة صور مختلفة تتواصل جميعاً مع الطرق المتعددة التي يسلكها القارئ أو المشاهد في تأملاته لتكوين ملاحظاته. ويكلمات أخرى إنها الحقيقة التقديرية التي تحاكي الواقع. وهذا بالمعنى الواسع الذي يأخذ في اعتباره العمليات التي تجري وتأخذ مكانها داخل عقل العالم، العلم والحقيقة التقديرية التي تحاكي بيئة فيزيائية ممكنة يعتبران مصطلحين يشيران إلى مثل تلك الأنشطة.

والآن: ماذا عن محاكاة أو تأدية البيئات المستحيلة فيزيائياً؟ على السطح من ذلك هناك نوعان مميزان من الحقيقة التقديرية وتأديتها: الأقلية التي تسير البيئات الممكنة فيزيائياً، والأكثرية التي تقوم بذلك في البيئات غير الممكنة فيزيائياً. ولكن هل يمكن لهذه التفرقة أن تقاوم في مواجهة الاختبارات المقرّبة أو الأكثر عمقاً. اعتبر أن مولداً للحقيقة التقديرية محاكياً بيئة مستحيلة فيزيائياً مثل محاكاة طائرة تسافر عبر برنامج يقوم بحوسبة المشاهد من قمرة الطيار في طائرة تطير بأسرع من الضوء<sup>(\*)</sup>. الطائرة المحاكية ستؤدي مثل هذه البيئة. ولكن بالإضافة إلى ذلك فإن الطائرة المحاكية هي بذاتها تمثل بيئة يخبرها المستخدم بمعنى أنها موضوع فيزيائي يحيط به. دعنا نأخذ هذه البيئة في الاعتبار. من الواضح أنها بيئة ممكنة فيزيائياً. ولكن هل هي بيئة قابلة لمحاكاتها؟ بالطبع، في الحقيقة هي من السهل محاكاتها. يستطيع المرء ببساطة أن يستخدم طائرة محاكية ثانية بنفس التصميم وتقوم بنفس البرنامج. وفي مثل هذه الظروف يمكن التفكير بأن هذه الطائرة الثانية تحاكي إما البيئة الفيزيائية الممكنة (الطائرة الأولى) وإما البيئة غير الممكنة فيزيائياً (الطيران بأسرع من الضوء). وبالمثل يمكن القول عن الطائرة الأولى التي تطير بأسرع من الضوء (بيئة غير ممكنة فيزيائياً) وفي نفس الوقت تحاكي ما أطلقنا عليه الطائرة الثانية (بيئة ممكنة فيزيائياً).

إذا افترضنا أن أي مولد للحقيقة التقديرية يمكن إقامته من حيث المبدأ، يمكن أيضاً من حيث المبدأ إعادة بنائه، ويستتبع ذلك أن أي منها حين يجري إعادة لأى برنامج فإنه يشمل محاكاة بعض بيئات ممكنة فيزيائياً. وربما يحاكي أشياء أخرى أيضاً من بينها البيئات غير الممكنة فيزيائياً، ولكن بصفة خاصة هناك دوماً محاكاة لبيئات ممكنة فيزيائياً.

---

(\*) طبقاً للنظرية النسبية الخاصة فإن الأجسام المادية لا تستطيع التحرك بسرعة تفوق سرعة الضوء. (المراجع)

ربما نختار محاكاة بيئة كما تنبأت بها قوانين فيزياء تختلف عن قوانين الفيزياء الحقيقية. ربما نختار ذلك كنوع من التجربة، أو المتعة، أو للتقريب لأن الواقع المحاكى قد يكون صعباً أو مكلفاً. إذا كانت القوانين التى نستخدمها قد استطعنا أن نجعلها قريبة من الواقع كإعطاء معلومات عن القيود أو الكوابح التى نعمل فى ظلها فإنه يمكن أن تسمى هذه المحاكاة: "رياضيات تطبيقية" أو "حوسبة". أما إذا كانت الموضوعات التى تتم محاكاتها مختلفة جداً عن تلك الحقيقة يمكن أن نسمى الأمر: "رياضيات بحتة" كل هذه من قبيل التفسيرات. ربما تكون مفيدة، أو حتى ضرورية لشرح دوافعنا لتنفيذ أو تركيب محاكاة معينة. ولكن مهما وصلت إليه المحاكاة، فثمة دائماً تفسيرات بديلة والتى تعنى حرفياً المجسّات أو المُستكشفات التصحيحية لأى بيئة ممكنة فيزيائياً.

ليس من المألوف النظر إلى الرياضيات كشكل للحقيقة التقديرية. بل عادة ما ينظر إليها على أنها تدور حول الجواهر أو الكينونات المجردة مثل الأرقام والمجموعات التى لا تؤثر على الحواس، وربما بالتالى ليست هناك حاجة لاصطناع محاكاة تأثيرها علينا. ومع ذلك ولو أنها لا تؤثر على الحواس، فإن تجربة الرياضيات هى من قبيل التجارب الخارجية مثلها فى ذلك مثل تجارب الفيزياء. نحن نضع علامات على قطعة من الورق، وننظر إليها، أو نتخيل أننا ننظر إليها - بالطبع، نحن لا نستطيع القيام بأى عمليات رياضية دون تخيل كينونات رياضية معينة. ولكن هذا يعنى تخيل بيئة تكمن فيها الفيزياء، حيث التعقيد والاستقلالية الخاصان بهذه الكينونات. على سبيل المثال عندما نتخيل المفهوم المجرد لخط منفصل ليست له تخانة، فربما نتخيل خطاً مرئياً ولكنه ضئيل العرض إلى حد بعيد. وهذا يمكن تدبيره أو قريباً منه فيزيائياً. ولكن رياضياً فلا بد للخط أن يبقى بلا تخانة عندما ننظر إليه تحت ظل قوة معنى لا يمكن الفكاك منه. هذه ليست خاصية لأى خط فيزيقى ولكن يمكن تحقيقها بسهولة عبر "الحقيقة التقديرية" فى أذهاننا.

المخيلة هي على شكل الخط المستقيم في الحقيقة التقديرية. ما لا يمكن أن يكون واضحاً جداً في خبرتنا المباشرة بالعالم عبر حواسنا هو أيضاً حقيقة تقديرية. لأن تجاربنا الخارجية ليست أبداً مباشرة، ولا حتى خبرتنا للإشارات التي تصدرها أعصابنا فهي ليست مباشرة بدورها حيث أننا لن نعرف ما الذي يؤدي إلى الفرقعات الكهربائية في التيار الذي تحمله الأعصاب. ما نخبره مباشرة هي الحقيقة التقديرية ومحاكاتها والتي أنتجت لنا بشكل ملائم عقولنا غير الواعية عبر مصطلحات الإحساس بما يكمن فيها من تعقيد وما تطلبته من نظريات (مثل: البرامج) حول كيف نفسرها.

نحن نميز ما اعتبرناه أن الحقيقة موجودة هناك. موضوعياً وفيزيائياً ومستقلة عما نعتقد حولها، ولكننا لا نخبر هذه الحقيقة بشكل مباشر أبداً. أي فتات من معلوماتنا عن خبراتنا هو من قبيل الحقيقة التقديرية بما تضمنه معلوماتنا عن العوالم غير الممكنة فيزيائياً: المنطق والرياضيات والفلسفة، والتخيلات، والقصص، والفن إلى سائر ثمرات الخيال، جميعها مشفرة في شكل برامج لمحاكاة عوالمها في مولدات الحقيقة التقديرية بعقولنا.

إذن ليس مجرد العلم – تسبيب العالم الفيزيائي وعقلنته – هو وحده الذي يتعلق بالحقيقة التقديرية. كل التسبيب والتعقيل، كل التفكير، كل التجارب الخارجية هي أشكال للحقيقة التقديرية. هذه الأمور هي عمليات فيزيائية لوحظت حتى الآن فقط في مكان واحد من الكون: فصله أو نبذه أسميناها كوكب الأرض. سوف نرى في الفصل الثامن أن كل العمليات الحية تتضمن الحقيقة التقديرية أيضاً، إلا أن الكائن البشري هو الذي له علاقة خاصة بها. وإذا تحدثنا بلغة البيولوجي نقول إن محاكاة الحقيقة التقديرية لبيئاتها هو سمة للوسائل التي من خلالها يستطيع الكائن البشري المقاومة من أجل البقاء. وبكلمات أخرى فهي السبب وراء وجود الكائن البشري. الكوة

الإيكولوجية التي يشغلها الإنسان تعتمد على الحقيقة التقديرية مباشرة كما هو الأمر وبصفة مطلقة كالكوّة الإيكولوجية التي يحتلها دب الكوالا معتمداً على أوراق شجر الأوكالبتوس.

## اصطلاحات :

مولد الصور: Image generator	وسيلة يمكنها توليد أحاسيس معينة لدى المستخدم.
مولد الصور العالمى: Universal image generator	مولد صور يمكن برمجته لتوليد أى إحساس يمكن للمستخدم أن يخبره.
تجربة خارجية: External experience	أى خبرة أو تجربة تقع خارج عقل المرء.
تجربة داخلية Internal experience	أى خبرة أو تجربة تحدث داخل عقل المرء.
ممكّن فيزيائياً. Physically possible	ما لا تمنعه قوانين الفيزياء، أى بيئة تكون ممكنة فيزيائياً إذا وجدت، وفقط هكذا فى أى مكان هناك فى العوالم المتوازية

	(بافتراض شروط الحالة الابتدائية وكل القوائم الثانوية لتعدد الأكوان والتي تحددها قوانين فيزياء لم تتم معرفتها حتى الآن).
Logically Possible	التماسك الذاتي .
الحقيقة التقديرية Virtual reality	أى موقف يتسنى فيه للمرء أن يخبر وجوده فى أى بيئة محددة.
إعادة خط السير Repertoire	ويقصد به هنا إعادة مولد لمجموعة البيانات التى تم برمجة المولد ليقوم بنقل الخبرة بها للمستخدم .
صورة أو انطباع Image	أى شئ يعطى للمستخدم أو يتسبب فى نشوء إحساس ما لديه.
الصحة أو الدقة Accuracy	تكون الصورة دقيقة كلما اقترب الإحساس الذى ولدته من الإحساس المقصود إيصاله للمستخدم. محاكاة بيئة ما تكون صحيحة كلما تقاربت مع الاستجابة أياً كانت التى سيسلكها المستخدم أو مع أى حركة ممكنة له.
تصحيح تام: Perfect accuracy	تكون الدقة كاملة عندما لا يستطيع المستخدم التمييز بين البيئة المحاكية والبيئة الفعلية المقصودة.

## الخلاصة:

الحقيقة التقديرية ليست مجرد تقنية يتم فيها للكمبيوتر أن يحاكي سلوك البيئات الفيزيائية. حقيقة أنها ممكنة هي في حد ذاتها حقيقة هامة بالنسبة لنسيج الحقيقة. إنها أساس ليست فقط لعملية الحوسبة ولكن أيضاً لخيال الإنسان والتجارب الخارجية والعلم والرياضيات والفن والقصص.

ما هي الحدود القصوى - المدى الكامل - للحقيقة التقديرية (ومن ثم الحوسبة والعالم والمخيلة.. الخ..)? في الفصل التالي سنرى أنها بلا حدود من ناحية، ومن ناحية أخرى هناك من يرى أن يحيطها بعنف بخط أو دائرة تحدها.





## الفصل السادس

### العالمية وحدود الحوسبة



يعتبر الكمبيوتر هو قلب مولد الحقيقة التقديرية والسؤال عن أى بيئة سيقوم بمحاكاتها، يستتبع السؤال عن أى حوسبة سيتمكنه أداؤها. حتى فى أيامنا الحالية فإن عادة العرض فى مولد للحقيقة التقديرية تعتبر محدودة مثلها كما فى مولد الصور أو الانطباعات. حينما سيكون هناك كمبيوتر أحدث وأسرع وبذاكرة أوسع وهاارد وير أحسن فى معالجته للصور ووصله بمولد الحقيقة التقديرية سوف تتضخم عملية إعادة عرض الصور. ولكن هل سيكون الأمر دائماً هكذا، أم أننا سنكون أخيراً فى مواجهة مع العالمية الكاملة. وكما سبق أن ناقشت فإننا فى حالة مولدات الصور أو الانطباعات لا بد أن نتوقع ذلك؟ وبكلمات أخرى هل هناك مولد واحد للحقيقة التقديرية قابل لأن يُبنى مرة واحدة وللأبد بحيث تتم برمجته لمحاكاة أى بيئة يمكن للعقل البشرى أن يَخبُرَها.

كما هو الحال مع مولدات الصور أو الانطباعات، فإننا لا نغنى بهذا أن مولد الحقيقة التقديرية الواحد يمكن أن يحتوى بذاته مواصفات كل البيئات الممكنة منطقياً. وإنما نغنى أن من الممكن برمجة المولد بحيث يحاكي أية بيئة ممكنة منطقياً. يمكن تخيل أنه يمكننا تشفير البرامج عبر الأسطوانات المغناطيسية مثلاً. وكلما تعقدت البيئة أكثر كلما احتجنا للمزيد من الأسطوانات لتخزين البرامج عليها. وهكذا فلكى نحاكي بيئة تتصف بالتعقيد، فلا بد أن تحتوى الآلة على آلية، كما سبق أن أوضحت، تستطيع أن تقرأ عدداً غير محدودٍ من الأسطوانات بالنسبة لمولد الصور العالمى. وليس الأمر كذلك بالنسبة لمولد الحقيقة التقديرية. فهذا يحتاج لكمية متنامية من "الذاكرة العاملة" لتخزين النتائج الوسيطة الناجمة عن الحسابات المتعلقة بالأمر. ربما نتخيل ذلك فى شكل إمداد الآلة بأسطوانات فارغة. مرة أخرى فإن حقيقة أن الآلة تحتاج لإمدادها بطاقة وأسطوانات فارغة وقدر من الصيانة، كل هذا لا يمنعنا من اعتبارها "آلة منفردة واحدة"، بالإضافة إلى أن هذه العمليات لا تساوى تغيير تصميم الآلة، كما أن قوانين الفيزياء لا تمنعها.

وبهذا المعنى، ومن حيث المبدأ، لا غرابة فى تخيل كمبيوتر ذا كفاءة أكبر وإمكانية ذاكرة غير محدودة. ولكن الكمبيوتر الذى له سرعة حوسبة غير محدودة لا يوجد فالكمبيوتر له سرعة قصوى تتوقف على تصميم هذا الكمبيوتر ولا يمكن زيادتها إلا بتغيير هذا التصميم. وعلى ذلك فإن أى مولد حقيقة تقديرية معين لن يمكنه أن يؤدى كميات غير محدودة من الحوسبة فى كل وحدة زمن. ألن يحد ذلك من قدرته على إعادة العرض؟ إذا كانت بيئة ما معقدة للغاية ولدرجة أن حوسبة ما يمكن أن يراه المستخدم فى مدى ثانية من الآن، يستغرق أكثر من الثانية لإتمام الحوسبة، فكيف يتسنى لهذه الآلة محاكاة هذه البيئة بشكل صحيح؟ لكى تحقق العالمية نحن بحاجة لمزيد من الحيل التقنية.

لكى نمتد بعملية إعادة العرض إلى أقصى حد تسمح به الفيزياء، فإن مولد الحقيقة التقديرية عليه أن يهيمن بقدر أكثر على بعض صفات النظام الحسى لدى المستخدم والتي يمكن تسميتها: سرعة المعالجة فى عقل المستخدم، ولو أن عقل الإنسان مثل كمبيوتر إلكترونى سيكون الأمر ببساطة مسألة تغيير السرعة التى يبت بها "المنبه" (الساعة) الخاص بالنبضات المتزامنة. لا شك أن "منبه" العقل لا يمكن السيطرة عليه بهذه السهولة، ولكن مرة أخرى هذا لا يمثل من حيث المبدأ أى مشكلة. العقل هو موضوع فيزيائى نهائى وكل وظائفه هى من قبيل العمليات الفيزيائية التى يمكن من حيث المبدأ إبطاء سرعتها أو إيقافها. مولد الحقيقة التقديرية المطلق عليه أن يكون قادراً على الإتيان بمثل ذلك.

لكى تتحقق محاكاة تامة لبيئة تستدعى كميات كبيرة من الحوسبة فعلى مولد الحقيقة التقديرية أن يقوم بما يشبه عمل الجهاز. شئ مما يلى: إن كل عصب حسى قادر فيزيائياً على نقل الإشارات على مراحل بمستوى له حد أقصى، لأن أى خلية عصبية قد أشعلت، لا يمكنها أن تعاود الاشتعال مرة ثانية قبل ملئ / ثانية أخرى تقريباً. ولذلك على الكمبيوتر فور اشتعال إحدى العصبيات أن يقرر فى جزء من الألف

من الثانية متى، وهل سيعاود الاشتعال مرة أخرى. فإذا استطاع أن يتخذ هذا القرار مثلاً في نصف مللي/ ثانية، بدون أى محاولة تأثير من العقل وسرعته حيث لا حاجة لنا بها، فإن الكمبيوتر سيشغل العصب في الوقت الصحيح.

هذا وإلا سيتسبب الكمبيوتر في إبطاء العقل (أو إيقافه إذا كان الأمر يستدعي ذلك) حتى تتم حوسبة ما يجب أن يحدث بعد تمامها، هنا هي تعيد تخزين سرعة العقل. ماذا يمكن أن يشبهه هذا الشعور لدى المستخدم؟ من خلال التعريف لا يشبه أى شىء. المستخدم سوف يخبر فقط البيئة المحددة في البرنامج، بدون أى إبطاء، أو توقف، أو البدء من جديد. من حسن الحظ أنه ليس ضرورياً أبداً لمولد الحقيقة التقديرية أن يجعل العقل يعمل بأكثر من السرعة العادية، وهذا في النهاية سوف يبرز مشاكل خاصة بالمبادئ لأنه، ومن بين موضوعات كثيرة، لا تستطيع أية إشارة أن ترتحل بما هو أسرع من سرعة الضوء.

هذا النهج يسمح لنا لأن نحدد مقدماً بيئة معقدة بدرجة ما تتطلب محاكاتها قدراً محدوداً من الحوسبة، لكي نخبر هذه البيئة بسرعة معقولة ومستوى تفصيلي تستطيع عقولنا أن تستوعبه وحتى إذا كانت الحسابات المطلوبة أطول من أن يستطيع الكمبيوتر أن يقوم بها خلال زمن معقول، فإن التجربة تتأثر بذلك إلا أن المستخدم سيدفع ثمناً لهذا التعقيد في شكل وقت خارجي منقضى. ربما يخرج المستخدم من مولد الحقيقة التقديرية بما يبدو له شخصياً كأنه خمس دقائق من الخبرة ليجد أن سنوات قد مرت في الواقع الفيزيائي.

المستخدم الذي توقف عقله، أياً كانت المدة التي توقفها، ثم أعيد تشغيله مرة أخرى سوف يحظى بخبرة غير متقطعة لبعض البيئات. أما المستخدم الذي توقف عقله نهائياً فلن يحظى بأية خبرة على الإطلاق منذ لحظة التوقف. وهذا معناه أن البرنامج الذي يوقف عقل المستخدم في نقطة ما ثم لا يجعله يستأنف عمله ثانية أبداً فإنه لن يقدم للمستخدم أية بيئة ليخبرها وعلى هذا فإنه لن يعتبر مولداً جيداً للحقيقة التقديرية.

ولكن فى النهاية البرنامج دائماً ما يعيد عقل المستخدم للعمل مرة أخرى مسبباً للمولد أن يحاكي بعض البيانات حتى البرنامج الذى لا يطلق أية إشارات عصبية على الإطلاق يحاكي ظلام وصمت بيئة معزولة عن الإحساس.

فى بحثنا عن الحقيقة التقديرية المطلقة انتقلنا إلى مراحل عبر طريق طويل مما هو ملائم فى عصرنا الحالى وحتى يمكن أن نقتحمه فى أفاق التقنية. وهنا دعنى أشدد مرة أخرى على أنه بالنسبة لغرضنا الحالى فإن العقبات التقنية لا صلة لها بالأمر. إننا لم نتخيل أية أنواع من مولدات الحقيقة التقديرية يمكن بناؤها، أو تلك الأنواع التى سيمكن بناؤها بمعرفة المهندسين البشريين. فقد أطلقنا خيالنا فيما يمكن أن تفعله قوانين الفيزياء أو لا تفعله فى طريق الحقيقة التقديرية. والسبب فى أهمية ذلك لا علاقة له بهدف صنع مولدات حقيقية تقديرية أكثر جودة إنما العلاقة بين الحقيقة التقديرية والحقيقة العادية هى جزء من البناء "الجوفى" الباطنى أو الداخلى - غير المتوقع للعالم، وهو ما يدور حوله هذا الكتاب.

من خلال الأخذ فى الاعتبار بعض الحيل المتنوعة - مثل حث العصب أو التوقف للعقل ثم معاودة العمل من جديد - إلى آخر ما يشبه ذلك - فقد أعدنا العدة لتخيل مولد حقيقة تقديرية ممكن فيزيائياً والذى يمكن لمعاودة العرض فيه أن يغطى كل المدى العصبى، وفى تفاعل كامل، ودون قيد عليه من قدرات الذاكرة وسرعة الكمبيوتر المتصل به. هل هناك ما هو خارج عملية معاودة العرض فى مثل هذا المولد؟ هل ستكون معاودة العرض فيه مشتملة على كل البيانات الممكنة فيزيائياً ومنطقياً؟ لن يكون الأمر كذلك. آلة إعادة العرض المستقبلية هذه سوف تكون واقعة بعنف فى دائرة حقيقة أنها موضوع فيزيائى هى نفسها. إنها لن ترتقى حتى لمستوى خدش سطحى لما هو ممكن منطقياً، كما سائين ذلك حالاً.

الفكرة الجذرية فى هذا البرهان - والمعروفة باسم "الجدل الانحرافى" - تسبق فكرة الحقيقة التقديرية. وأول استخدام لها كان بمعرفة رياضى القرن التاسع

عشر جورج كانتور(\*) Georg Cantor عندما أثبت أن هناك كميات لا نهائية أكبر من لا نهائية الأعداد العادية (١، ٢، ٣، .....). هذا الشكل من البرهان هو في قلب نظرية الحوسبة التي أمدنا بها ألان تورنج(\*\*) Alan Turing وآخرون في ثلاثينيات القرن ١٩. واستخدمه أيضا كيرت جودل(\*\*\*) Kurt Godel لإثبات نظريته المحتفى بها "نظرية عدم التمام" التي سنجد الكثير عنها في الفصل العاشر.

كل بيئة يعاد عرضها من خلال الآلة يتم توليدها عبر برنامج في الكمبيوتر الموصول بها. تخيل كل مجموعة البرامج الصالحة لهذا الكمبيوتر. كل برنامج منها يحدد مجموعة قيم متميزة لمتغيرات فيزيائية، على الأسطوانات المدمجة أو أى وسيلة اتصالية أخرى، والتي تقدم البرامج. ونظرية الكم تعلمنا أن كل تلك المتغيرات "مكممة"، ولذلك لا يهم كيف يعمل الكمبيوتر، ولكن أن مجموعة البرامج الممكنة ستكون منفصلة عن بعضها البعض، ولذلك فكل واحد منها يمكن التعبير عنه كمتتالية محدودة من رموز في شفرة منفصلة أو في لغة الكمبيوتر. هناك عدد لا نهائي من مثل هذه البرامج، ولكن كل منها يشتمل فقط على عدد نهائي من الرموز وهذا لأن الرموز هي موضوعات

---

(\*) جورج كانتور George Cantor (١٨٤٥ - ١٩١٨) رياضى ألماني له نظرية في الفئات الرياضية مثل الأرقام النهائية، ولا نهائية الأعداد الترتيبية ١ : ٥ : ١٠، كما أدت أعماله إلى حفز تطوير للشكلانية والحدسية المتعلقةين بالأساس المنطقي للرياضة. (المترجم)

(\*\*) ألان تورنج Alan Turing (١٩١٢ - ١٩٥٤) رياضى ومنطقى إنجليزى، يعد رائداً لنظرية الكمبيوتر، حتى أن الماكينة التي شكلها والتي سُميت باسمه كثيراً ما تستخدم كمرجعية لمناقشات نظرية الأوتوماتية، كما تعتبر بحوثه في هذا المجال أساساً للبحث في موضوع الذكاء الاصطناعي، ومن المعتقد أنه انتحر بسبب إحباطه من العلاج الطبى الذى تعاطاه للشفاء من المثلية الجنسية ( من بين ما يتردد بأنه غطى تفاحة بمادة السيانيد ثم أكلها). (المترجم)

(\*\*\*) كيرت جودل Kurt Godel (١٩٠٦ - ١٩٧٨) رياضى ومنطقى أمريكى نمساوى المولد، هو صاحب البرهان المعروف باسم: "برهان جودل" والذي أصبح من أشهرها في مجال الرياضيات على مدى القرن العشرين، والذي لا يزال يحتدم حوله النقاش، كما أصبح من مبادئ الرياضيات. (المترجم)

فيزيائية مصنوعة من مادة لها شكل معروف ولا يمكن أن نصنع عدد لا نهائى منها. وكما سأشرح فى الفصل العاشر هذه الكينونات الواضحة للمتطلبات الفيزيائية - أن البرامج لا بد لها أن تكون مكتملة (من الكم)، وأن كل منها يجب أن يحتوى على عدد محدود من الرموز ويمكن تحقيقه فى خطوات متتابعة - كل هذه الكينونات جوهرية بأكثر مما يبدو عليها. هى التوابع الوحيدة لقوانين الفيزياء المتطلبة كمدخلات للبرهان، ولكنها كافية وحدها لتضع قيوداً قاسية على إعادة العرض فى أى ماكينة ممكنة فيزيائياً. وثمة قوانين فيزياء أخرى قد تضع المزيد من القيود ولكنها لن تؤثر على ما سيستخلصه هذا الفصل.

الآن دعنا نتخيل أن هذه المجموعة اللانهائية للبرامج الممكنة قد تم عرضها فى قائمة لا نهائية الطول تحمل الأرقام: برنامج ١، برنامج ٢، وهكذا. ويبدو للحظة أنه يمكن ترتيبها ترتيباً أبجدياً بالنسبة للرموز التى تعبر عنها. ولأن كل برنامج يولد بيئة ما، فهذه القائمة يمكن اعتبارها أيضاً كقائمة لكل البيئات التى يمكن للآلة إعادة عرضها؛ فيمكن تسميتها البيئة ١، البيئة ٢ وهكذا. فمن الممكن أن تتكرر بعض هذه البيئات فى القائمة لأن برنامجين مختلفين منها قد يتطلبان نفس الحسابات ليحققا أحسن أثر، ولكن هذا لن يؤثر على ما نتجادل حوله. ولكن المهم أن تظهر كل بيئة فى إعادة العرض مرة واحدة فى القائمة.

أى مُشابه لآى بيئة يمكن أن يكون محدوداً أو غير محدود فى مظهره الفيزيائى وانسيابيته الظاهرة. المنظور الذى يصنعه المهندس لبيت ما مثلاً يمكن أن يُجرى فى وقت محدد ولكنه سيغطى فقط جزءاً محدوداً من البيت. أى لعبة فيديو تسمح للمستخدم بوقت محدد قبل أن تنتهى اللعبة، أو قد تحاكي لعبة كونية بحجم أو مقاس غير محدد وتقدم للمستخدم كمية لا محدودة من المكتشفات ولا تنتهى إلا إذا أنهاها المستخدم عمداً. ولكى نجعل البرهان أكثر سهولة دعنا نأخذ فى اعتبارنا فقط برنامجاً



يستمر عرضه للأبد. وليس هذا قيداً كبيراً لأنه لو توقف البرنامج فيمكننا دوماً اختيار اعتبار نقص استجابته تلك كما لو أنها استجابة لبيئة إحساس معزول.

دعني أعرف لك مستوى البيانات الممكنة منطقياً والتي سأسميها "بيئة كانتجوتو" مستخدماً المقطع الأول من اسم كل من كانتور وجودل وتورنج، وجزئياً لسبب سأشرحه بعد قليل. إنها تُعرف كالتالي: لأول وهلة، من الزاوية الشخصية، بيئة الكانتجوتو ستسلك سلوكاً يختلف عن البيئة ١ (التي ولدها البرنامج ١ في مولدنا) لا يهم المسلك الذي ستأخذه طالما مهما كانت هي عليه فسيتعرف المستخدم على اختلافها عن البيئة ١ وخلال اللحظة التالية ستسلك باختلاف عن البيئة ٢ (ولو أنها الآن مسموح لها أن تتشابه مع البيئة ١ مرة أخرى) وخلال الدقيقة الثالثة سوف تختلف كلية عن البيئة ٣، وهكذا. أي بيئة تتطابق مع هذه القواعد هي ما سأسميه بيئة كانتجوتو.

والآن طالما أن الكانتجوتو لم تسلك بالضبط مثل سلوك البيئة ١، فهي ليست البيئة ١، وأيضاً لم تسلك بالضبط مثل البيئة ٢، فهي أيضاً ليست البيئة ٢، ربما أنه من المضمون أنها ستختلف عاجلاً أو آجلاً عن البيئة ٣ أو البيئة ٤ وأي بيئة أخرى موجودة على القائمة فلن تكون أيهم أيضاً. ولكن هذه القائمة تحتوى على كل البيئات التي يمكن للبرنامج الخاص بهذه الآلة أن يولده ويستتبع ذلك أن بيئة الكانتجوتو ليست ضمن عملية إعادة العرض في الآلة. الكانتجوتو هي بيئات لا يمكن أن نستخدمها في مولد الحقيقة التقديرية.

من الواضح أن هناك كمّاً هائلاً من بيئات الكانتجوتو لأن تعريفها يدع لنا حرية هائلة في اختيار الطريقة التي نتصرف بها، والقيد الوحيد في ذلك هو الحقيقة التي لن نتصرف بها بطريقة واحدة مميزة. ولا يمكن إثبات أنه في كل إعادة عرض لبيئة ما من خلال مولد حقيقة تقديرية، أن ثمة عديد ولا نهائى من بيئات كانتجوتو لا يمكن محاكاتها. ولأنه ثمة مدى لا متداد إعادة العرض باستخدام عدد من مولدات الحقيقة التقديرية. افترض جدلاً أن لدينا مائة من المولدات كل منها لديه إعادة عرض مختلفة.

حينئذ ستكون كل المجموعة مع نظام أجهزة التحكم المبرمجة، التي ستحدد أى منها سيعطينا عند استخدامه البرنامج المعين، فى مجموعها عبارة عن مولد حقيقة تقديرية ولكن أكبر. المولد الذى أعطيت به المثل من أجل المناقشة، سيكون له مقابل كل بيئة يستطيع أن يحاكيها عدد لا نهائى من البيئات التى لن يستطيع أن يحاكيها والأكثر من ذلك أن افترض أن أى مولد آخر ستكون لديه إعادة عرض مختلف هو نوع من التفاؤل. وكما سنرى بعد لحظة أن كل مولدات الحقيقة التقديرية المصقولة أو التى تروق لذوى الثقافة الرفيعة سيكون لديها أساساً نفس النوع من إعادة العرض.

وهكذا فإن مشروعنا لبناء مولد حقيقة مطلق، والذى يجرى على قدم وساق، سيصطدم بحائط منيع، ومهما بلغ هذا المشروع من تقدم على المدى المنظور فإن تقنية إعادة العرض للحقيقة التقديرية كلها لن تنمو بأكثر من القدرة على محاكاة مجموعة محددة من البيئات. ومع الاعتراف بأن هذه المجموعة ستكون كبيرة بلا نهاية. ومتنوعة بالمقارنة مع سابق ما خبرة الإنسان فى مجال تقنية الحقيقة التقديرية، فستكون فى مجموعها مجرد فرع متناهى الصغر من مجموعة كل البيئات الممكنة منطقياً.

ما الذى سيمكن أن تكون عليه بيئة الكانتجوتو؟ برغم أن قوانين الفيزياء لا تسمح لنا بأن تكون فى واحدة منها، فإنها تبقى ممكنة منطقياً، وهكذا فإنه من الصحيح التساؤل كيف تكون؟ بالطبع هى لن تعطينا إحساس من نوع جديد لأن مولد الصور العالمى ممكن ومن المفترض أنه جزء من مولد الحقيقة التقديرية عالى التقنية. وهكذا ستكون بيئة الكانتجوتو غامضة بالنسبة لنا بعد تجربتها وما نراه من تأثير لها على النتائج . إنها يمكن أن تجرى على هذا النحو: افرض أنك عقل مولد حقيقة تقديرية فى المستقبل القادم من التقنية العالية، وأنت قد أصبحت منهكاً حتى ليبدو لك أنك قد حاولت كل ما هو مثير ومرغوب. وفى أحد الأيام ظهر لك "جنى" وادعى أنه قادر على

أن ينقل لك بيئة الكانتجوتو. وكنت متشككاً ولكنك وافقت أن تضع دعواه تلك محل الاختبار. وفي لحظة انتقل بك إليها وبعد عدة تجارب استطعت تمييز أنها هي، وكانت استجابتها كنتك التي تجيء إليك من أحب بيئاتك إليك والتي لها برنامج رقم  $X$  في نظام الحقيقة التقديرية في منزلك، ومع ذلك ظللت في خوضك للتجربة وأخيراً في أثناء جريان البرنامج الذي افترضت تشابهه مع البرنامج  $X$  جاءت الاستجابات مختلفة بشكل ملحوظ عما يمكن أن يقدمه البرنامج  $X$  وعليه يئست من أن تعتبره بأنه البيئة  $X$ . وربما تلاحظ وقتئذ أن كل ما حدث حتى الآن متماسك في ذاته ومتفق مع بيئة أخرى قابلة لأن تحاكي ولتكن هي البيئة  $Y$  ولكن في اللحظة الذاتية للبيئة  $Y$  سوف تتأكد من أنك مخطئ مرة أخرى. سمات بيئة الكانتانجوتو ببساطة هي: لا يهم ما أنت معتاد على تخمينه، ولا يهم مدى تعقيد البرنامج الذي تراه وتتأمله معتقداً أنه يحاكي بيئة ما لأنه دائماً ما سيبرهن على أنك على خطأ. واقع الأمر أنه لا يوجد برنامج سيحاكيها على مولد الحقيقة التقديرية الخاص بك أو على أي مولد آخر غيره.

أجلاً أو عاجلاً سوف تنهى الاختبار عند هذه النقطة. ربما تقرر الإذعان لادعاء "الجنى". وليس هذا معناه مثل القول بأنك لم تستطع أبداً البرهنة على أنك كنت في محاكاة لبيئة الكانتجوتو، لأنه يبقى دائماً مزيد من البرامج المعقدة سيجريها "الجنى" التي قد تتلاءم أو تناسب خبراتك حتى الآن. هذا مجرد الملح العام للحقيقة التقديرية التي ناقشتها بالفعل، أعني هذه التجربة لا تثبت أن المرء في بيئة محددة، كالوجود في الصالة المركزية لومبلدون أو في بيئة من طراز كانتجوتو.

وعلى أية حال، فليس ثمة وجود لمثل هذا "الجنى"، ولا وجود لمثل تلك البيئات. لذا انتهى إلى أن الفيزياء لا تسمح بإعادة العرض في مولد حقيقة تقديرية لأن تكون قريبة للحجم الذي يسمح بها المنطق وحده. إلى أي مدى يمكن أن يكون إعادة العرض كبيراً؟

طالما لا يمكننا الأمل فى محاكاة كل البيئات الممكنة منطقياً، دعنا نعتبرها نوعاً أضعف من العالمية وإن كان بصفة مطلقة أكثر إثارة. دعنا نعرف مولد الحقيقة التقديرية العالمى بأنه الذى يحوى إعادة العرض فيه على ما يعرضه كل مولد فيزيائى آخر للحقيقة التقديرية. هل توجد مثل هذه الماكينة؟ نعم ممكن التفكير فى الحيل المستقبلية المبنية على التحكم الكمبيوترى لمثيرات الأعصاب، بما يجعل الأمر واضحاً بل شديد الوضوح فى واقع الأمر. مثل هذه الماكينة يمكن برمجتها لتكون لها سمات أى ماكينة أخرى مزاحمة أو منافسة لها. إنها تستطيع حساب كيف لها أن تستجيب، فى ظل برنامج معين، لأى تصرف قد يأتى به المستخدم ومن ثم يمكن أن تحاكي مثل هذه الاستجابات بدرجة جيدة من الصحة (من وجهة نظر مستخدم معين). لقد قلت "بل شديد الوضوح تقريباً" لأنها تشتمل على افتراض هام بشأن الحيلة المقترحة، وبطريقة أكثر تحديداً شكلها الكمبيوترى، أعنى أنه يمكن برمجتها لتفعل ذلك، فى حالة وجود برنامج مناسب، ووقت كاف ووسيط تخزين، يمكنها أن تحسب مخرجات الحوسبة التى يجريها أى كمبيوتر آخر بما فيهم الموجود فى مولد الحقيقة التقديرية المنافس وهكذا فإن معقولية وملائمة مولد حقيقة تقديرية عالمى تعتمد على وجود كمبيوتر عالمى، آلة واحدة يمكنها حساب أى شئ يمكن حسابه.

وكما قلت فقد تم بحث ودراسة هذا النوع من العالمية فى البدء بمعرفة الرياضيين وليس الفيزيائيين. لقد كانوا يحاولون صنع جوهر فكرة "الحوسبة" (أو الحساب أو البرهنة) لشئ ما فى الرياضة. لم يضعوا فى اعتبارهم أن الحسابات الرياضية هى عمليات فيزيائية (وبالتحديد كما أسلفت شرحه إنها حقيقة تقديرية تحاكي العمليات)، لذا لا يمكن تحديد من خلال التسبب الرياضى ما الذى يمكن أولاً حسابه رياضياً. هذا يعتمد بالكامل على قوانين الفيزياء. ولكن بدلاً من استنتاج نتائجهم عن طريق قوانين الفيزياء راح الرياضيون ينشئون رموزاً مجردة للحوسبة وعرفوا "الحساب" و"البرهان" من خلال مصطلحات تلك الرموز.

(سأناقش هذا الخطأ الطريف فى الفصل العاشر). هذا ما جعل ثلاثة رياضيين بعد أكثر قليلاً من ثلاثة شهور عام ١٩٣٦ إميل بوست Emil Post، والنزو تشيرش(\*)، وAlonzo Church والأكثر أهمية آلان تورنج Alan Turing ينشئون بشكل مستقل أول تصميم تجرىدى للكمبيوترات العالمية. كل منهم خمن أن الموديل الخاص به للحوسبة هو الذى بالطبع قد شكّل على نحو صحيح التصميم التقليدى لجوهر فكرة "الحوسبة" الرياضية واستتبع ذلك أن كل منهم خمن أن موديله مكافئ (لديه نفس إعادة العرض) لآى تشكّل معقول لنفس الفكرة. هذا معروف الآن بتخمين تشيرش وتورنج.

موديل تورنج للحوسبة، ومفهومه عن طبيعة المشكلة التى كان عليها، كان هو الأقرب للتجسيد. كمبيوتره التجريدى: "ماكينة تورنج" تُشكّل من شريط ورقى مقسم إلى مربعات فوق كل منها عدد محدد من الرموز المميزة. والحوسبة تم عملها عبر اختبار لكل مربع على حدة فى كل مرة، وتحريك الشريط للأمام أو للخلف، ثم كتابة أو حذف واحد من الرموز طبقاً لقواعد بسيطة وغير ملتبسة. وأثبت تورنج أن كمبيوتر واحد من هذا الطراز "ماكينة تورنج" العالمية تحتوى على نفس "إعادة العرض" الموجودة فى أى "ماكينة تورنج" أخرى. لقد خمن أن "إعادة العرض" هذه تشتمل تحديداً على كل وظيفة يمكن اعتبارها بشكل طبيعى قابلة للحساب. كان بذلك يعنى قابلة للحساب رياضياً.

---

(\*) ألونزو تشيرش Alonzo Church رياضى أمريكى قام عام ١٩٣٦ (مع آخرين، وإن كان بشكل منفرد، هما ستيفن كلين Stephen Kleen وإميل بوست Emil Post) بتقديم ميزتين رمزيتين للعملية الحوسبية (فى علوم الكمبيوتر) وهما متساويتان مع قوة الحوسبة فى ماكينة تورنج، ومن حيث إن كل المميزات قابلة للحوسبة على نفس مستوى وظائفها فقد تم فهمها على نطاق واسع باعتبارها مشاكل قابلة للحل وهو ما أعطى مصداقية للبحث المعروف باسم "تشيرش" والذى يقرر أن حدود كل النماذج هى التى تقرر حدود الحوسبة الأوتوماتيكية. (المترجم)

ولكن الرياضيين ليسوا نماذج مثالية للموضوعات الفيزيائية. لماذا علينا افتراض أن محاكاة عملية فعلهم للحوسبة هي الحد الأقصى في الأهداف الحوسبية؟ لا يبدو أن الأمر كذلك. وكما سأشرح في الفصل التاسع "الكمبيوترات الكمية" يمكنها أن تقوم بحوسبة لا يستطيع أى رياضى بشرى ولو حتى من حيث المبدأ أن يقوم بها أبداً. لقد كان متضمناً في عبارة تورنج التى توقع فيها "التى يمكن النظر إليها بشكل طبيعى على أنها قابلة للحوسبة" أيضاً، على الأقل من حيث المبدأ، الذى يمكن حوسبته فى الطبيعة. هذا التوقع يشابه وجهه فيزيائى أقوى من تخمين تشيرش وتورنج. حين اقترح الرياضى روجر بنروز(\*) Roger Penrose بأن من الواجب تسميته: "مبدأ تورنج".

### مبدأ تورنج:

الكمبيوترات المجردة التى تحاكي الموضوعات الفيزيائية تعنى أنه يوجد كمبيوتر مجرد وعالى تشتمل إعادة العرض فيه على أية حوسبة يمكن أن يقوم بها موضوع فيزيائى ممكن".

اعتقد تورنج أن الكمبيوتر العالمى الذى نحن بصددده هو "ماكينة تورنج" العالمية. وإذا أخذنا فى الاعتبار إعادة العرض الواسعة للكمبيوتر الكمى، فقد وضعت المبدأ فى شكل لا يحدد أى كمبيوتر مجرد هو الذى سيقوم بالعمل.

---

(\*) روجر بنروز Roger Penrose (١٩٣١ - ...) رياضى إنجليزى، مشايخ كبير للنسبية كما أثبت مع هوكنج فى ستينات القرن ٢٠ أن البقع السوداء تنهار لمستوى "التفرد" عند نقطة هندسية من الكون تنضغط عندها الكتلة إلى مصدر لا نهائى وإلى قيمة صفر، فضلاً عن تطويره طريقة لرسم خرائط الزمكان المحيط بالبقع السوداء يستطيع المرء فيها أن يتخيل تأثير الجاذبية على أى مقترّب من هذه البقع. (المترجم)

البرهان الذي سقته لإثبات أن بيئة الكانتجوتو ترجع إلى تورنج أساساً وكما قلت لم يكن يفكر بوضوح بالنسبة للحقيقة التقريبية أو بذات المصطلحات الخاصة بها، ولكن في "بيئة يمكن محاكاتها" تتطابق مع مستوى من أسئلة رياضية تكون إجاباتها قابلة للحساب. هذه الأسئلة قابلة للحساب أما باقى الأسئلة التي لا سبيل إلى حوسبتها تسمى "غير المحوسبة". إذا كان ثمة سؤال من هذا النوع الأخير لا يعنى أنه ليست له إجابة أو أن إجابته بأى معنى غير قابلة للتعريف أو غامضة. بل على العكس فإنه بالتحديد له إجابة. إنه فقط لا يمكن بأى طريقة الحصول عليه فيزيائياً حتى من حيث المبدأ (وبتحديد أكثر فإنه طالما يمكن للمرء دوماً أن يصنع تخميناً صحيحاً أو ربما غير قابل للإثبات فهو لا يمكنه إثبات أنه يمثل الإجابة). على سبيل المثال:

الزوج الأولي هو رقمان أوليان يختلفان عن بعضهما بفارق ٢ مثل (٢، ٥) أو (١١، ١٢) حاول الرياضيون دون جدوى الإجابة على السؤال: هل هناك عدد غير محدود من هذه الأزواج أم أن عددهم محدود؟ ولا يُعرف هل استكمل هذا السؤال، دعنا نفترض أنه لم يستكمل. وهذا معناه ألا أحد ولا أى كمبيوتر يمكنه على الإطلاق أن ينتج برهاناً على لا نهائية عدد مثل هذه الأزواج أو نهائيتهم. وحتى مع ذلك فإن للسؤال إجابة: المرء يستطيع القول بأنه من المؤكد أنه يوجد عدد كبير منها أو أنها لا نهائية العدد إذ لا توجد إمكانية ثالثة لهذين الاحتمالين. يبقى السؤال جيد التعريف حتى لو أننا لن نعرف إجابته أبداً.

ليس ثمة إمكانية فيزيائية لأى مولد حقيقة تقديرية أن يحاكي بيئة تكون الإجابات فيها عن أسئلة غير قابلة للحوسبة يطلبها المستخدم (وذلك باستخدام مصطلحات الحقيقة التقديرية). مثل هذه البيئات هي من طراز الكانتجوتو. وعلى سبيل الحديث فإن كل بيئة كانتجوتو تتطابق مع مستوى من الأسئلة الرياضية (ما الذي سيحدث بعد ذلك فى بيئة يمكن تعريفها بطريقة مثل كذا، وكذا؟) يستحيل الإجابة عليها فيزيائياً.

ولو أن الأسئلة غير القابلة للحوسبة عددها لا نهائى بدرجة أكبر من تلك القابلة للحوسبة إلا أنها تميل للغموض والسرية بدرجة أكبر. وليس ذلك صدفة. ذلك لأن الأجزاء من الرياضة التى تميل لأخذها فى الاعتبار على أنها أقل غموضاً وسرية هى تلك التى نراها منعكسة على سلوك الموضوعات الفيزيائية فى أوضاعها المألوفة. فى مثل هذه الحالات نحن نستخدم هذه الموضوعات الفيزيائية فى الإجابة على الأسئلة التى تتطابق مع العلاقات الرياضية. مثل أننا نستطيع الاعتماد على الأصابع لأن فيزياء الأصابع تتشابه طبيعياً مع حساب كل الأرقام من صفر إلى عشرة.

الثلاثة أنواع للكمبيوترات المجردة المختلفة التى تم تعريفها بواسطة تورنج، سرعان ما ثبت أنها متماثلة مع التى عرّفها كل من تشيرش وبوست وهكذا أيضاً كل إعادة عرض فيها يتمثل مع كل إعادة العرض فى الموديلات المجردة للحوسبة الرياضية منذ بدء اقتراحها. ويعتقد أن ذلك قد تم بمعاونة تخمين تشيرش وتورنج وللعالمية التى مثلتها ماكينة تورنج العالمية. ومع ذلك فإن قوة الحوسبة فى الماكينات المجردة لا تركز على ما يمكن حوسبته فى الحقيقة. مدى الحقيقة التقديرية وأفقها، وتطبيقاتها الواسعة فى مجال فهم الطبيعة وكل أوجه نسيج الحقيقة، يعتمد على ما إذا كانت الكمبيوترات وثيقة الصلة ممكنة التحقق فيزيائياً. وبالتحديد يجب أن يكون كمبيوتر عالمى فى ذاته قابلاً للتحقق. وهذا يقود إلى ترجمة أقوى لمبدأ تورنج.

### مبدأ تورنج لكمبيوترات فيزيائية تحاكي بعضها البعض:

"من الممكن بناء مولد حقيقة تقديرية تشمل إعادة العرض فيه تلك التى فى كل مولد حقيقة تقديرية آخر ممكن فيزيائياً". والآن فأى بيئة يمكن محاكاتها بواسطة مولد حقيقة تقديرية من نوع ما (مثلاً يستطيع المرء دائماً أن يناظر نسخة من هذه البيئة كما لو أنها مولد حقيقة تقديرية له إعادة عرض صغيرة). وعليه فإنه يستتبع هذا الوجه



من مبدأ تورنج أن أى بيئة ممكنة فيزيائياً يمكن أن تُحاكى بواسطة مولد عالمى للحقيقة التقديرية. وبما أنه للتعبير عن قوة التشابه الذاتى الكائنة فى بناء الحقيقة التى تضم ليس فقط الحوسبة وإنما كل العمليات الفيزيائية، فإنه يمكن وضع مبدأ تورنج فى الشكل التالى:

### مبدأ تورنج (لمولدات حقيقة تقديرية تستخلص بعضها البعض)

"من الممكن بناء مولد حقيقة تقديرية تشتمل إعادة العرض فيه كل بيئة ممكنة فيزيائياً"

هذا الشكل هو أقوى أشكال مبدأ تورنج. إنه لا يقول لنا فقط إن الأجزاء المختلفة من الحقيقة تشبه بعضها الآخر إنما يقول لنا أيضاً أن أى موضوع فيزيائى واحد يمكن بناؤه مرة واحدة وإلى الأبد (بعيداً عن الصيانة وإمداده بأى ذاكرة إضافية إذا كانت ثمة حاجة لذلك)، ويمكنه أن يؤدى بدرجة لا متناهية من الصحة أهداف وصف أو مشابهة أى جزء آخر من التعدد أو الكثرة. مجموعة كل السلوكيات والاستجابات الصادرة عن هذا الموضوع الفيزيائى الواحد تعكس بانضباط تام كل السلوكيات والاستجابات لكل الموضوعات والعمليات والأخرى الممكنة فيزيائياً.

هذا بالتحديد هو نوع التشابه الذاتى الضرورى إذا، وطبقاً للأمل الذى عبرت عنه فى الفصل الأول، ما أريد بإخلاص توحيد نسيج الحقيقة وجعلها مفهومة ومدركة. إذا كانت قوانين الفيزياء التى تستخدمها موضوعات وعمليات الفيزياء تستوجب فهمها وإدراكها فمن الواجب أن تكون متضمنة أيضاً فى موضوعات الفيزياء الأخرى - المعروف منها. ومن الضرورى أيضاً أن تكون تلك العمليات القادرة على إنشاء مثل هذه المعرفة ممكنة فيزيائياً. هذه العمليات هى التى تسمى "العلم". والعلم يعتمد على الاختبارات التجريبية، وهو ما يعنى محاكاة فيزيائية لتنبؤات القوانين ومقارنتها مع

محاكاة الحقيقة. ويعتمد أيضاً على التفسير وهو ما يتطلب القوانين المجردة بذاتها، ليس فقط محتواها التنبؤى لتصبح قابلة لمحاكاتها في الحقيقة التقديرية. إنه أمر طويل، ولكن ثمة تقابل بين الأمرين أى بمعنى بين ذلك وبين قوانين الفيزياء. وبواسطة العمل وفق مبدأ تورنج فإن قوانين الفيزياء تجعل من الممكن فيزيائياً لنفس القوانين أن تكون معروفة للموضوعات الفيزيائية.

طالما أن بناء مولد حقيقة تقديرية عالمي ممكن فيزيائياً، فلا بد أنه قد بُنى فعلاً في بعض العوالم. ثمة توضيح ضروري هنا. كما شرحت في الفصل الثالث، يمكننا بشكل طبيعي أن نعرف عملية ممكنة فيزيائياً بأنها تلك التي تحدث بشكل طبيعي في متعدد العوالم. ولكن على نحو قاطع فإن مولد الحقيقة التقديرية وهو حالة محدودة يتطلب عدة مصادر تحكمية لكي يعمل. وهكذا فالذي نعنيه بالقول أنه "ممكن فيزيائياً" هو أن مولدات الحقيقة التقديرية لها إعادة عرض تتشابه مع مجموعة كل البيانات الممكنة فيزيائياً الموجودة في متعدد العوالم، أنه يتم محاكاتها في مكان ما. ويشبه ذلك أن قوانين الفيزياء طالما كانت قابلة لأن تحاكي، فإنه تتم محاكاتها في مكان ما. وعلى ذلك فإنه يتبع مبدأ تورنج (في أقوى تشكيل له والذي ناقشته توا) أن قوانين الفيزياء ليس مجرد أنها تفوض قابليتها للفهم والإدراك ببعض معنى تجريدي يفهم بواسطة علماء تجريديين. إنها ببساطة تتضمن الوجود الفيزيائي، في مكان ما من متعدد الأكوان، للكينونات التي تفهمها على نحو اعتباطي أو تحكمي جيد. سوف أناقش تلك التطبيقات أكثر في الفصول اللاحقة.

الآن سأعود للسؤال الذي وضعته في الفصل السابق عما إذا كان لدينا فقط حقيقة تقديرية لمحاكاة قائمة على القوانين الفيزيائية الخاطئة لكي نتعلم منها، إذن نتوقع أننا سنتعلم القوانين الخاطئة. أول ما نركز عليه أنه لدينا فقط حقيقة تقديرية قائمة على قوانين خاطئة لتتعلم منها! وكما قلت كل تجاربنا الخارجية هي حقيقة تقديرية ولدتها أدمغتنا. وطالما أن كل نظرياتنا ومفاهيمنا (سواء المولدة أو المتعلمة)

ليست أبداً تامة فكل محاكاتها ليست بدورها كاملة الصحة. أى أنها تعطينا خبرة بيئة يختلف معناها عن البيئة التى نحيا فيها بالفعل. السراب وأية أوهام بصرية تعتبر أمثلة على ذلك. وبخلاف ذلك نحن نخبر الأرض كأنها ثابتة تحت أقدامنا على الرغم من أنها فى الحقيقة تتحرك بسرعة وأيضاً نحن نخبر عالماً واحداً وواقعة واحدة لوجودنا الواعى فى الزمن الواحد بينما العوالم والأزمنة متعددة فى الحقيقة. ولكن قلة الصحة هذه والخبرات المراوغة لا تثبت شيئاً ضد التسبب العلمى. على العكس تلك النواقص هى نقاط البداية له.

نحن نحاول توظيف حل العضلات حول الحقيقة الفيزيائية. إذا كان الأمر أن كل الوقت الذى استغرق مجرد دراسة برنامج وبرمجة الأفق السماوى الكونى، سوف يعنى أننا فقط درسنا مجرد جزء صغير من الحقيقة أكثر مما تصورنا أصلاً. ماذا إذن؟ هذه الأمور وقعت كثيراً فى تاريخ العلم، وقد امتد أفقنا ليشمل النظام الشمسى، ومجرتنا، والمجرات الأخرى، والأشكال العنقودية للمجرات، والأكوان المتوازية. وربما غداً لتشمل ما هو أعرض من ذلك، بالطبع ربما يحدث طبقاً لأية واحدة من ذلك العدد اللانهائى من النظريات - أو ربما لا يحدث أبداً منطقياً لا بد أن ندعن للأناة والنظريات ذات الصلة بأن الحقيقة التى تدور دراساتها حولها ليست جزءاً متمثلاً مما هو أكبر وغير ممكن بلوغه أو غير مدرك من البناء. ولكن الرفض العام الذى أبدته لمثل هذه المعتقدات أظهر أنه من غير العقلانية أن نبني فوق هذه الإمكانية. وتبعاً لأوكام Occam فنحن سنستمتع بهذه النظريات لو أمدتنا بتفسيرات فقط أفضل من التفسيرات التى تقدمها النظريات المنافسة الأبسط منها.

ومع ذلك فثمة سؤال نستطيع أن نستمر فى سؤاله. تصور أن شخصاً ما مسجوناً فى جزء صغير وغير مهم من الحقيقة التى تخصنا - مثلاً داخل مولد حقيقة تقديرية عالمى سبق برمجته طبقاً لقوانين فيزيائية خاطئة. ما الذى يمكن لهذا الشخص أن يتعلمه من القوانين الخاطئة تلك عن حقيقتنا الخارجية؟ للوهلة الأولى يبدو أنه

يستحيل أن يكتشف أى شىء عنها، كما يبدو أن أكثر ما سيمكنه اكتشافه هى قوانين الأداء أعنى البرنامج، التى يقوم الكمبيوتر بمحاكاة سجن هذا الشخص.

ولكن الأمر ليس كذلك! لا بد أن يكون فى ذهننا أنه لو كان السجناء من العلماء فإنهم سيجدون فى البحث عن التفسيرات والتنبؤات. وبكلمات أخرى فإنهم لن يكونوا راضين عن مجرد معرفتهم للبرنامج الذى يتحكم فى سجنهم: سوف يرغبون فى تفسير أصل ومساهمة العوامل الأخرى، التى يلاحظونها فى البيئة التى يسكنوها بما فى ذلك نواتهم أنفسهم. ولكن فى معظم بيانات الحقيقة التقديرية لا توجد مثل هذه التفسيرات، لأن الموضوعات التى تتم محاكاتها لا تتجذر هناك ولكنها مصممة فى الحقيقة الخارجية. افترض أنك تلعب بواحدة من ألعاب الفيديو فى الحقيقة التقديرية. ومن أجل التبسيط افترض أن اللعبة هى مجرد "الشطرنج" (أول منظور شخصى ربما، الذى تتبنى فيه شخصية الملك) سوف تستخدم السبل العلمية المعتادة والانبثاقات التالية له سوف تتعلم أن "موت الملك" أو "إحراجه" (وضعه فى مأزق) هى من الأحداث الممكنة فيزيائياً (ممكنة لدى أحسن فهم وإدراك لك عن كيف تعمل البيئة) ولكن وضع تسعة بيادق بيضاء قليلة الشأن ليس ممكناً فيزيائياً. وبمجرد فهمك للقوانين بدرجة كافية، سوف تلاحظ أن رقعة الشطرنج موضوع بسيط جداً لكى تكون لديه أفكار مثلاً، وبالتالي فإن عملياتك أنت الفكرية لا يمكن أن تسيطر عليها قواعد اللعبة وحدها: وبالمثل يمكنك قول ذلك خلال أى عدد من مباريات الشطرنج: القطع لا يمكنها أبداً أن تستخرج أو تستنبط إعادة إنتاج ترتيبها أو هيئتها. إذا لم تتمكن الحياة من التشكل على رقعة الشطرنج فأقل من ذلك أن يتشكل الذكاء أو العقل. ولهذا يمكنك أن تستنتج أيضاً أن عملياتك الفكرية لا يمكن أن تتجذر أو تتأصل فى الكون الذى تجد نفسك فيه. وهكذا إذا لم تكن عشت فى بيئة محاكية طوال حياتك، ولم تكن لديك ذكرياتك عن العالم الخارجى لتأخذها فى الاعتبار أيضاً، فلن تكون معرفتك وليدة هذه البيئة أو فى حالة المخاض بالنسبة إليها. سوف تعرف أنه ولو أن الكون له منظور عام ويخضع

لبعض القوانين فلا بد أن تكون هناك أكوان أعرض خارجة، تخضع لقوانين فيزياء مختلفة. وربما أيضاً يمكنك تخمين بعض السبل لأن هذه القوانين الأعرض لا بد لها أن تختلف عن قواعد رقعة الشطرنج وقوانينها.

المح آرثر سى . كلارك(\*) Arthur C. Clarke فى إحدى المرات إلى "أى تقنية متقدمة بدرجة كافية لن تفرقها عن السحر" وهذا صحيح ولكنه مراوغ قليلاً. إنه موضوع من خلال وجهة النظر السابقة عن التفكير العلمى والتي تمثل طريقة خاطئة. الحقيقة هى أنه بالنسبة لأى امرئ يفهم جيداً ما هى الحقيقة التقديرية فإنه حتى بالنسبة لسحر عبقرى سوف لا يتميز عن التقنية، لأنه لا مكان للسحر فى الحقيقة المدركة. أى شىء غير مفهوم أو مدرك ينظر إليه العلم على أننا لم نفهمه أو ندركه بعد، هو مجرد حيلة لاستحضار صورة لتقدم تقنى أو قانون جديد فى الفيزياء.

التسبيب من خلال مقدمة عن وجود المرء ذاته يسمى التسبيب الأنثروبولوجى ومع ما له من قابلية التطبيق فى المجال الكونى، فهو عادة ما تكون له تكملة من فروض جوهرية عن طبيعة "المرء نفسه" قبل أن يستخدم فى تعريف النتائج. ولكن التسبيب الأنثروبولوجى ليس هو الطريقة الوحيدة التى يمكن أن تشارك سجن الحقيقة التقديرية المفترض فى إمكانية اكتساب المعرفة من العالم الخارجى. أى من التفسيرات المستخرجة منه تصل بالكاد للحقيقة الخارجية. على سبيل المثال فإنه توجد فى قواعد الشطرنج أن اللاعب صاحب الفكر يستطيع أن يميز أن "الدليل القديم" البالى من هذه القواعد له تاريخ تطورى: هناك حركات استثنائية مثل التبييت وقتل جندى فى نصف

---

(\*) آرثر سى . كلارك Arthur C. Clarke (مولود ١٩١٧) فلكى إنجليزى (يتحرك حالياً من خلال كرسى متحرك) له اختبارات فى المجالات الفلكية كما كتب فى الخيال العلمى كما كان مسئولاً عن الرادار فى الحرب العالمية الثانية، ومنذ عام ١٩٥٤ ربط الفلك بالبحر، وفى عام ١٩٥٦ انتقل للحياة فى كولومبو بسرى لانكا ليصبح رائداً للاستكشافات على شاطئها. (المترجم)

خطوة مما تتوسع بها التعقيدات ولكن تجود اللعبة. فى تفسير التعقيد يمكن للمرء أن يحكم بأن قواعد اللعبة لم تكن على ما هى عليه الآن.

ووفقاً للمخطط البوبرى (نسبة إلى بوبر Popper) للأشياء، فإن التفسيرات عادة ما تقود ودوماً إلى معضلات تستوجب التفسير هى الأخرى. إذا فشل السجناء بعد فترة فى تجويد تفسيراتهم القائمة، ربما يستسلمون، أو ربما وبشكل زائف ينتهون إلى أنه ليس ثمة مزيد من التفسيرات المتاحة. ولكن قد لا يستسلمون ويستمرّون فى التفكير حول تلك الأوجه من بيئتهم التى ينقصها التفسير. وهكذا لو أن السجنانيين ذوى التقنية العالية أرادوا أن يكونوا واثقين أن بيئتهم المحاكية سوف تظل دائماً خادعة للسجناء فى التفكير بأنه لا يوجد عالم خارجى، فربما يقومون بوقف العمل بالنسبة لهؤلاء السجناء. كلما أرادوا أن يستمر الوهم لمدة أطول كلما زادوا فى عبقرية البرنامج. ليس كافياً منع المشارك فى السجن من ملاحظة الخارج. البيئة المحاكية لا بد أن تكون غير محتاجة لأى تفسير عما هو بالداخل يكون متصلاً بالخارج أو متطلباً له التأمل فيما هو فى الخارج. وبكلمات أخرى فإن البيئة لا بد لها أن تكون مستكفية بتفسيراتها. وباختصار أنا أشك أن أى جزء من الحقيقة له هذه الخاصية.

## اصطلاحات :

مولد عالمي للحقيقة التقديرية: Universal virtual - reality generator	هو الذي تشتمل إعادة العرض فيه كل البيئات الممكنة فيزيائياً.
بيئات الكانتجوتو: Cantgotu environ- ments	البيئات الممكنة منطقياً التي لا يمكن محاكاتها بأي مولد حقيقة تقديرية ممكن فيزيائياً.
الجدل الانحرافي (المائل): Diagonal argu- ment	شكل البرهان الذي يتخيل فيه المرء عمل قائمة لمجموعة جواهر أو كينونات ومن خلال استخدام ذات القائمة يبني أو ينشئ كينونات ذات صلة ولكن لا يمكن أن تكون على ذات القائمة.
ماكينة تورنج: Turing Machine	واحدة من أوائل الموديلات المجردة للحوسبة.
ماكينة تورنج العالمية: Universal turing machine	(في شكله الأقوى) أنه من الممكن فيزيائياً بناء مولد حقيقة تقديرية عالمي. وطبقاً للافتراض الذي سقته فليس ثمة قيد على مولدات الحقيقة التقديرية المتصفين بالعالمية التي يمكن أن تُبنى هنا أو هناك عبر التعدد والكثرة (متعدد العوالم).

## الخلاصة:

الجدل الانحرافى يظهر لنا أن الأغلبية الهائلة من البيانات الممكنة منطقياً لا يمكن محاكاتها فى الحقيقة التقديرية. وقد أسميتها بيانات الكانتجوتو. وعلى الرغم من ذلك لا يوجد تشابه ذاتى مفهوم أو مدرك فى الحقيقة الفيزيائية وهو المعبر عنه فى "مبدأ تورنج": يمكن بناء مولد حقيقة تقديرية تحتوى إعادة العرض فيه على كل البيانات الممكنة فيزيائياً. وعلى هذا فإن بناء أى شىء فيزيائى قابل للبناء يمكنه أن يشابه كل سلوك والاستجابات لدى أى موضوع ممكن فيزيائياً أو عملية ممكنة فيزيائياً. هذا هو الذى يجعل الحقيقة مفهومة أو مدركة.

إنه أيضاً يجعل التطور العضوى (للكائن الحى) فى الحياة ممكناً. ومع ذلك وقبل أن أناقش التطور الذى اعتبره الفرع الرابع لنسيج الحقيقة سوف أقوم برحلة قصيرة فى مجال المعرفة.



## الفصل السابع

حديث حول "التبرير"

(أو دافيد والاستقراء الخفي)



اعتقد أنني قمت بحل معضلة فلسفية كبرى: ألا وهي مشكلة الاستقراء

كارل بوبر

Karl Popper

لقد شرحت في مقدمة هذا الكتاب أنه ليس بصفة مبدئية يعد دفاعاً عن النظريات التأسيسية للأربعة أفرع الرئيسية التي اعتبرتها نسيجاً للحقيقة، أنه بحث عما تقوله هذه النظريات، وأى نوع من الحقيقة تقوم بوصفه لنا، ولذا فلم أوضح أو أوجه حديثي لأى مستوى من العمق فى النظريات المتخالفة معها. ومع ذلك فتمة نظرية من هذا النوع الأخير تسمى "الحس العام" والتي يتطلب العقل أو التسبيب منى رفضها كلما بدا أنها تقف فى مواجهة ما أحاول تأكيده. ومنذ قمت فى الفصل الثانى برفضها جذورا وأفرعاً من حيث قولها بأنه لا يوجد سوى كون واحد.

وفى الفصل الحادى عشر سوف أقوم بنفس الشئ (الرفض) لفكرتها القائلة بأن الزمن "يتدفق" أو أن وعينا يتحرك عبر الزمن. وفى الفصل الثالث انتقدت "الاستقراء". وفكرة "الحس العام" الخاصة بأننا نشكل النظريات حول العالم الفيزيائى من خلال تعميم نتائج الملاحظة، وبأننا نقوم أو نحكم على تلك النظريات عبر إعادة الملاحظة. لقد شرحت كيف أن الاستقراء من خلال الملاحظة يستحيل أمره وأن التقويم الاستقرائى غير صالح. وكيف يقوم الاستقراء على فكرة خاطئة تحصل فى أن العلم ليس إلا البحث عن التنبؤات على أساس الملاحظة أكثر منه شروح وتفسيرات كاستجابة للمعضلات. وشرحت أيضاً (بعد بوبر بالطبع) أن العلم يصنع التقدم من خلال تقديم تفسيرات جديدة واختيار أحسنها بناء على إخضاعها للتجربة. كل هذا يحظى بقبول واسع لدى الكثير من العلماء والفلاسفة. أما غير المقبول لدى معظم الفلاسفة هو أن تلك العلمية بالذات قد قُومت أو انتهت الأمر فيها إلى حكم. دعنى أشرح لك:

يسعى العلم إلى التفسير الأحسن. التفسير العلمى يعطى اعتباراً لملاحظاتنا عبر المطالبة أو الإدعاء كيف تبدو الحقيقة وكيف تعمل. نحن نعتبر أن التفسير أحسن عندما يدع نهايات مفتوحة أقل (مثل الجواهر التى تظل بعد خواصها غير مفسرة)، وأنه يتطلب وضع شروط أبسط، وأنه أكثر عمومية، وأنه ذو صلة بتفسيرات أفضل وأسهل فى مجالات أخرى، وهكذا .. ولكن لماذا يكون التفسير أفضل عندما نفترض دائماً أنه كذلك فى الواقع العلمى. أعنى الحديث عن نظرية صادقة؟ ولماذا من أجل ذلك نكون رأياً بأن نظرية أخرى هى خطأ صرف (مثل واحدة ليس لها أى من الخواص السالفة) وإنها بالضرورة زائفة؟ بالطبع ليست هناك علاقة منطقية ضرورية بين الصدق وقوة التفسير. التفسير السيئ (مثل نظرية الأنانة) ربما يكون صادقاً. حتى أفضل التفسيرات المتاحة وأصدقها ربما تسفر عن تنبؤ زائف فى حالات معينة، وقد تكون هذه الحالات بعينها هى أكثر ما نعتمد على النظرية فيه. ليس ثمة شكل صالح للتسبيب يمكنه منطقياً أن يحكم مثل هذه الإمكانيات أو حتى يثبتها أيضاً. ولكن فى هذه الحالة ما الذى يقوم اعتماداً على أفضل التفسيرات كمؤشرات تقود إلى صنع القرار العلمى؟ وبصفة أكثر عمومية أيا كان المعيار الذى نستخدمه فى الحكم على النظريات العلمية، كيف يمكن لحقيقة أن النظرية التى تلتقى مع هذا المعيار اليوم سوف تسفر عن أى شىء يمكنه أن يحدث لو أننا اعتمدنا على ذات النظرية وحدها غداً؟

هذا هو الشكل الأحداث لمشكلة الاستقراء. معظم الفلاسفة راضون الآن كالرضا الذى كان عند بوبر عندما ذكر أن النظريات الجديدة لم تستنتج إلا شيئاً من مجرد فرضيات ظنية. وأيضاً يقبلون أن التقدم يتم عبر الحدوس والرفض (كما وصفنا فى الفصل الثالث) وأن النظريات تصبح مقبولة حينما يتم رفض كل النظريات المتنافسة معها، وليس من خلال قيمة تعدد الوقائع المثبتة لها. إنهم يقبلون بأن المعرفة يُتَحَصَّلُ عليها عندما تنحو هذا المنحى وبأنه يمكن الاعتماد عليها. المشكلة أنهم لا يعرفون لماذا تكون على هذا النحو. الاستقراءيون التقليديون حاولوا تشكيل مبدأ للاستقراء الذى يقول بأن الوقائع المثبتة تجعل من النظرية أكثر قبولاً، أو القول بأن المستقبل سوف

يشبه الماضي.. أو أى من قبيل هذه العبارات. حاولوا إنشاء منهج علمى استقرائى ضاربين عرض الحائط ما هو ممكن استنتاجه بشكل صحيح وصالح من "البيانات" (النتائج العملية). جميعهم فشلوا للسبب الذى شرحته. وحتى لو كانوا نجحوا بمعنى إنشاء مخطط علمى يمكن اتباعه بنجاح فى خلق معرفة علمية، فلم يكن هذا ليحل مشكلة الاستقراء، على نحو ما هى مفهومه فى أيامنا الحالية. لأنه فى هذه الحالة سيكون الاستقراء واحداً من الطرق الممكنة للاختيار بين النظريات، وستبقى المشكلة: لماذا يُعتمد على هذه النظريات كأساس لتصرفاتنا. وبكلمات أخرى فإن الفلاسفة الذين يعتورهم القلق بشأن مشكلة الاستقراء ليسوا استقرائيين بالمعنى التقليدى. لا يحاولون التحصل أو تقويم أى نظرية بأسلوب استقرائى. إنهم لا يتوقعون أن السماء ستتداعى على الأرض، ولكنهم لا يعرفون كيف يحكمون أو يُقوّمون هذا التوقع.

يتوق فلاسفة اليوم إلى مثل هذا التقويم المفتقد ولم يعودوا يصدقون أن الاستقراء هو الذى سيمدنا به، ومع ذلك تظل لديهم فى مخططهم للأشياء ما يشبه الثغرة الاستقرائية، مثلما يوجد لدى أهل التدين عندما يفقدون إيمانهم فإنهم يعانون فى مخططهم للأشياء ثغرة فى كيف يكون الرب، ولكن فى رأى يكمن ثمة فارق صغير بين أن تكون فى مخططك للأشياء ثغرة ما بشكل X مثلاً وبين الإيمان بـ X . وطالما أريد أن أحدد مفهوماً مميزاً يرضى عنه ذوى الفهم السديد لمشكلة الاستقراء، فإننى أود أن أعيد تعريف المصطلح بحيث يعنى ذلك الذى يعتقد أن عدم صلاحية التقويم الاستقرائى كان يمثل معضلة للأباء من مؤسسى العلم. وبكلمات أخرى فإن الاستقرائى يعتقد أن هناك ثغرة يجب ملؤها، إذا لم يكن من خلال مبدأ للاستقراء فلا بد من إيجاد شئ آخر يملأ هذه الثغرة. بعض الاستقرائيين لا يهتمهم أن يُصنّفوا هكذا، ولكن بعضهم يهتم الأمر، ولذا سأطلق عليهم تسمية "الاستقرائيون المغمضون" أو "الغامضون".

معظم الفلاسفة المعاصرين يقعون فى الشريحة الأخيرة. والذي يجعل الأشياء أسوأ أنهم على نحو كبير (مثل كثير من العلماء) يبخسون دور التفسير فى العمليات العلمية. هكذا يفعل معظم البوبريين (المشايعين لبوبر) المضادين للاستقراء والذين يقودهم ذلك إلى إنكار وجود شيء اسمه التقويم أو التبرير (حتى التبرير التجريبي أو المؤقت). هذا من شأنه أن يفتح ثغرة تفسير جديدة فى مخططهم للأشياء. الفيلسوف جون وورال John Worrall استطاع أن يضع الأمر فى شكل درامى على النحو الذى يراه حينما عرضه فى شكل حوار تخيلى بين بوبر ومجموعة فلاسفة آخرين تحت عنوان "لماذا فشل بوبر Popper وواتكنز Watkins فى حل مشكلة الاستقراء". كانت الصورة أنهم يقفون على قمة برج "إيفل" (فى باريس) وقرر أحد المشاركين - والذي يجيد السباحة - قرر أن ينزل عن طريق القفز من القمة بدلاً من استخدام المصعد على النحو المألوف. حاول الآخرون إقناعه بأن القفز يعنى الموت المحقق. استخدموا أفضل المتاح لديهم من الحجج الفلسفية والعلمية لكن السباح المغيظ أو الحائق لا يزال يتوقع أنه سيعوم فى الهواء هابطاً بأمان وظل مشيراً إلى أنه لا يوجد توقع منافس يمكنه منطقياً إثبات أنه التوقع الأفضل بناء على الخبرة السابقة.

أنا أعتقد أننا نستطيع أن نبرر توقعنا بضرورة موت "السباح". التبرير (هو) تجريبى ومؤقت بالطبع وبصفة دائمة) يأتى عبر التفسيرات التى تقدمها النظريات ذات الصلة. إلى أى مدى تكون فيه هذه التفسيرات جيدة، والحكم عليها بأنه يمكن الاعتماد عليها بالنسبة للنظريات ذات الصلة. وهكذا فى الرد على وورال سأقدم هنا والآن محادثة من تخيلى أنا وبنفس الطريقة (بينى وبين واحد ممن أسميتهم بالاستقرائيين الملغزين أو الغوامض).

دافيد (المؤلف): نعم سوف أعتبر أن هذه النظرية قد قُومت لدرجة إمكان الاعتماد عليها. طبقاً للمنهج البوبرى فإن المرء عليه فى مثل هذه الحالات أن يعتمد على النظرية

الأكثر تثبتاً وتأييداً وتعزيزاً، أى تلك التى كانت موضوعاً لأكثر الاختبارات صرامة واستطاعت البقاء أمامها بينما تم رفض النظريات الأخرى.

**الملغز(\*)**: أنت تقول إن على المرء أن يعتمد على النظرية الأكثر تثبتاً وتأييداً وتعزيزاً". ولكن لماذا بالضبط، أفترض أنه طبقاً لـ: بوبر فإن عمليات الإثبات وأدلة التأييد والتعزيز هى التى قَوِّمَت النظرية بمعنى أن تنبؤاتها أقرب لأن تكون صادقة عن تنبؤات النظريات الأخرى.

**دافيد**: حسناً ليست أقرب للصدق من كل النظريات الأخرى، لأنه مما لا شك فيه أنه فى يوم ما سوف تحظى بنظريات أفضل فى مجال الجاذبية.

**الملغز**: أنظر الآن، من فضلك دعنا نوافق على ألا يُخطئ كل منا الآخر من خلال انتقادات لا تتصل مع صلب أو جوهر ما نناقشه. بالطبع سوف تكون ثمة نظرية أفضل عن الجاذبية فى يوم ما، ولكن عليك أن تختار أن تقفز أم لا، الآن. وأن تعطينا الدليل المتاح على أنك تخيرت أية نظرية للتصرف طبقاً لها. وأنت اخترتها طبقاً للمعيار البوبرى لأنك تعتقد أن تلك المعايير هى أكثرها قرباً لاختيار النظرية الأصدق تنبؤاً.

**دافيد**: نعم.

**الملغز**: من أجل التلخيص، أنت تعتقد أن الدليل السائد المتاح هو الذى يُقوِّم أو يحكم على تنبؤ بآنك ستُقتل إذا ما قفزت عبر السور.

**دافيد**: لا، إنه لا يفعل ذلك.

**الملغز**: اللعنة، إنك تناقض نفسك، لقد قلت حالاً إن التنبؤ قد تم تقويمه.

---

(\*) التعبير الأصلى فى الكتاب "الاستقرائى الغامض أو الملغز - Inductivist - Crypto ولكنى اكتفيت هنا باستخدام لفظة "الملغز" فقط باعتبار أن التعبير الأصلى يتكرر. (المترجم).

دافيد: تم تقويمه، ولكن لم يتم تقويمه عبر الدليل، إذا كنت تعنى بالدليل كل التجارب التى جاءت مخرجاتها أو نتائجها متطابقة مع التنبؤات الصحيحة فى الماضى. وكما نعلم جميعاً فإن الدليل يتناغم ويتساق مع عدد لا نهائى من النظريات بما فيها النظريات التى تتنبأ بكل نتيجة ممكنة منطقياً لعملية قفزى من فوق السور.

الملغز: إذن فى ضوء هذه النظرة، أكرر: المشكلة كلها تتمثل فى العثور على ما يمكنه تقويم التنبؤ. تلك هى مشكلة الاستقراء.

دافيد: حسناً تلك هى المشكلة التى حلها بوبر.

الملغز: هذا خبر بالنسبة لى، لقد قمت بدراسة بوبر بشكل شامل. وعلى أية حال، ما هو الحل؟ إننى تواق لسماعه. والذى يُقوّم التنبؤ، إذا لم يكن هو الدليل؟

دافيد: الحجة أو البرهان.

الملغز: الحجة أو البرهان؟

دافيد: نعم الحجة أو البرهان هى التى من شأنها دائماً أن تُقوّم أى شىء، تجريبياً بالطبع. كل التنظير هو موضوع للخطأ وما شاكل ذلك، ولكن تبقى الحجة يمكنها أحياناً أن تُقوّم النظريات. هذا هو ما لأجله كانت الحجة.

الملغز: هذه واحدة أخرى من انتقاداتك لا يمكن أن تعنى أن النظرية يمكن تقويمها بالحجة الصرفة أو البرهان القح، مثل التنظير الرياضى(\*).. من المؤكد أن الدليل يلعب دوراً ما.

---

(\*) فى الواقع إن التنظير الرياضى لم يبرهن عليه بالحجة المحضة (المستقلة عن الفيزياء) هو الآخر، كما سنشرح فى الفصل العاشر (المؤلف).



دافيد: بالطبع . هذه نظرية تجريبية، وهكذا فإنه طبقاً للمنهج العلمى البوبرى، فإن التجارب الحاسمة والعصيبة تلعب دوراً محورياً لحسم الأمر بين النظرية والنظريات المنافسة لها فهى تستطيع النضال للبقاء بينما يتم رفض الأخريات.

الملغز: وذلك يستتبع أى تبعاً للبقاء والرفض، فإن كل ما حدث فى الماضى، والاستخدام العلمى للنظرية فى التنبؤ بالمستقبل، كل هذا قد تم تقويمه.

دافيد: أنا افترض ذلك. ولو أنه يبدو دائماً قولاً مراوفاً وتبعاً لذلك لم نكن نتحدث عن الاستقراء المنطقى.

الملغز: تلك هى النقطة أو الموضوع برمته. ما صنف هذه التوابع؟ دعنى أحاول أن أخذ نقطة عليك هنا. لقد اعترفت أن الحجة وما يخرج عن التجربة هما اللذان يقومان النظرية إذا جاءت نتائج التجربة بشكل مختلف، فإن الحجة سوف تُقوّم تجربة أخرى. فهل تقبل بهذا المعنى أن تذهب مع الحجة وتقبلها، نعم، أنا لا أريد أن أكرر هذا الشرط - إن نتائج التجربة فى الماضى هى التى تقوم التنبؤ؟

دافيد: نعم أقبل.

الملغز: إذاً ماذا بالضبط عن هذه المخارج الحالية يفترق عن مخارج التجربة فى الماضى التى قوِّمت التنبؤ، أنا افترض أن المخارج القديمة الممكنة هى التى يمكن أن تقوم بتقويم التنبؤات المعاكسة أو المناقضة.

دافيد: إنها المخارج الحالية هى التى بها رُفضت النظريات المنافسة، وساندت النظريات التى كشفت لنا الحقيقة حالياً أو التى انتصرت على غيرها.

الملغز: حسناً، الآن أنصت جيداً، لأنك قلت توا شيئاً ليس فقط يمكن البرهنة على كذبه، بل أنت نفسك قد أذعنت على عدم صدقه منذ لحظة مضت. لقد قلت إن المخارج التى أتت بها التجربة هى التى تسببت فى رفض النظريات المنافسة ولكنك تعلم جيداً

أنه ليست أى مجموعة من مخارج التجربة يمكنها أن ترفض كل النظريات الممكنة المنافسة لنظرية عامة. لقد قلت بنفسك أن أى مجموعة من المخارج القديمة (أنا أستشهد) تكون متفقة مع عدد لا نهائى من النظريات بما فيهم تلك التى تتنبأ بأى توابع ممكنة منطقياً لقفزى فوق السور وهذا يستتبع بشكل صارم أن التنبؤ الذى فضلتَه قد قَوِّمته نتائج التجربة، لأن هناك عدداً غير محدود من النظريات المنافسة لنظريتك، وليست مرفوضة بعد، والتى يمكن أن تصنع تنبؤات معارضة.

دافيد: أنا بالفعل سعيد، لقد استمعت إليك بإنصات جيد كما طلبت منى، والآن أرى أن جزءاً من الاختلاف بيننا يرجع إلى عدم فهم المصطلحات التى استخدمناها. عندما تحدث بوبر عن النظريات المنافسة لنظرية معينة لم يكن يعنى مجموعة كل ما يمكن أن ينافس منطقياً، إنما كان يعنى كل النظريات المنافسة الحالية، تلك المقترحة فى مجرى الخلاف العقلى (التي تشمل النظريات التى يقترحها فرد واحد بشكل عقلى صرف فى النزاع العقلى) فى رأسه هو.

الملغز: فهمت. سأقبل بمصطلحاتك ولكن بشكل عارض أو ثانوى (لا أعتقد أن هذا يهم بالنسبة لموضوعنا الحالى، ولكننى فضولى)، إنه تأكيد غريب تنسبه إلى بوبر أن الثقة فى أى نظرية تعتمد على الصدفة التى اقترح فيها آخرون فى الماضى نظريات قد تكون زائفة، بأكثر من الرضا عن النظرية محل السؤال أو على الدليل التجريبي.

دافيد: ليس بالضبط. أنتم الاستقراءيون حين تتحدثون عن ...

الملغز: أنا لست استقراءياً.

دافيد: بل أنت كذلك.

الملغز: أف! مرة أخرى، سوف أقبل بمصطلحك إذا أصررت على ذلك. ولكنك ربما ترى فى حيواناً شائكاً من تلك الحيوانات المنقرضة. إنه من الضراوة بمكان أن تلقب

شخصاً بأنه استقرائي إذا كانت كل أطروحته تتمثل في عدم صلاحية التسبب الاستقرائي إذا قدم لنا مشكلة فلسفية غير محلولة.

دافيد: لا أعتقد ذلك بل أعتقد أن تلك الأطروحة هي التي عرفت ودائماً ما يتم بها تعريف الاستقرائي. ولكنني أرى أن بوبر قد حقق شيئاً واحداً: إن الاستقراء قد أصبح نوعاً من الإهانة أو السباب! وعلى أية حال، كنت أشرح أنه ليس غريباً أن مصداقية أي نظرية لا بد أن تعتمد على النظريات الزائفة التي اقترحها الناس في الماضي. حتى الاستقرائيين يتحدثون عن مصداقية نظرية من عدمه إذا احتوت على دليل معين. حسناً، ربما يتحدث البوبريون عن أن النظرية لها مصداقية إذا كانت تمثل أفضل المتاح لدينا عملياً إذا ما كانت تحتوي على ما يمكن أن نسميه "موقفاً إزاء معضلة". ومن أكثر سمات مثل هذا الموقف: ما هي النظريات أو التفسيرات محل الرضا، ما هي الحجج التي حدث لها تقدماً، وما هي النظريات التي تم رفضها. التأيد ليس هو فقط إثبات النظرية الرابحة. إنه يتطلب الرفض التجريبي للنظريات المنافسة. الأمثلة المثبتة ليس لها معنى في حد ذاتها.

الملغز: مثير حقاً. الآن فهمت الدور الذي يلعبه رفض النظريات المنافسة في تقويم تنبؤاتها. في ظل الاستقراء من المفترض أن الملاحظة هي مسألة أولية. في ظل الاستقراء: المرء يتخيل مجموعة كبيرة من الملاحظات القديمة التي يفترض أن النظرية تستدل بها على الأشياء، والملاحظة أيضاً هي التي تنشئ الدليل الذي يقوم النظرية إلى حد ما. وفي الصورة التي يقدمها البوبريون للتقدم العلمي فليست هي الملاحظة التي يعول عليها وإنما العضلات، الخلافات، النظريات والانتقادات هي التي لها جميعاً الأولوية. والتجارب يتم تصميمها وأدائها فقط لحل الخلافات. وبالتالي فإن نتائج التجارب هي وحدها بالفعل التي تتسبب في رفض النظرية، وليس مجرد أن النظرية التي لا بد لها من مناضل عتيد في الخلاف العقلي، هي التي تنشئ التأكيد أو الإثبات. وهكذا فإنها تلك التجارب هي التي تمدنا بالدليل على مصداقية النظرية المنتصرة.

دافيد: هذا صحيح، وحتى حينئذ فإن المصادقية التي يمنحها الإثبات ليست مطلقة وإنما لها صلة بالنظريات المناضلة. أى أننا نتوقع استراتيجية الاعتماد على النظريات المثبتة لنتتقى أحسنها من بين النظريات المقترحة. هذا الأساس المقنع للتصرف. نحن لسنا فى حاجة (ولا يمكن أن نحصل عليه بشكل صحيح) إلى أى تأكيد لمدى جودة حتى أحسن مجرى للتصرف سيكون عليه الأمر. والأكثر من ذلك أننا قد نكون دوماً على خطأ، ولكن ماذا بعد؟ إننا لا نستطيع استخدام النظريات التي لم تُقترح بعد ولا تصحيح الأخطاء التي لم نرها حتى الآن.

الملغز: إذن هكذا الوضع. أنا سعيد لتعلمي شيئاً حول المنهج العلمى. ولكن الآن - وأمل ألا تظن بى الظنون - لا بد أن ألفت انتباهك ولو مرة أخرى إلى السؤال الذى طالما سألته. افترض أن نظرية قد اجتازت كل هذه العمليات. وفى مرة من المرات كان لها نظريات منافسة وتم أداء التجارب وتم رفض تلك المنافسة. ولكن هى نفسها لم ترفض وهكذا تأكدت. ماذا بعد تأكيدها ذاك يُقوِّم اعتمادنا عليها فى المستقبل؟

دافيد: طالما أن كل النظريات المنافسة تم رفضها، فهى إذن لم تعد قابلة للدفاع عنها عقلياً. النظرية المؤكدة أو المثبتة هى التى يمكن الدفاع عنها عقلياً وهى وحدها التى تبقى.

الملغز: ولكن هذا فقط ينقل تسليط الضوء على المستقبل المُصدر لنا عبر توكيدات الماضى، للمستقبل المُصدر لنا عبر ما رفضناه فى الماضى، تبقى نفس المشكلة. لماذا بالضبط تصبح نظرية مرفوضة تجريبياً مما لا يمكن الدفاع عنها عقلياً؟ هل لأن لها مجرد واحدة من بين النتائج زائفة ولا يمكنها أن تكون صحيحة؟

دافيد: نعم.

الملغز: ولكن بالتأكيد، وبالنظر لقابلية النظرية للتطبيق مستقبلياً ليس هذا من قبيل النقد المنطقي ذى الصلة بالأمر. أعترف أن النظرية المرفوضة لا يمكنها أن تكون

صحيحة على المستوى العالمى(\*) وبالتحديد، لا يمكنها أيضاً أن تكون صحيحة فى الماضى، عندما كانت مستقرة. ولكن يمكن أن تظل بعض توابعها صحيحة، وبالتحديد يمكن أن تكون صحيحة على المستوى العالمى مستقبلاً.

دافيد: هذه "الصحة فى الماضى" و"الصحة فى المستقبل" نوع من المصطلحات المراوغة. كل تنبؤ محدد لنظرية هو إما صادق أو زائف، هذا غير قابل للتغيير إن ما تعنيه حقيقة هو أنه برغم أن النظرية المرفوضة هى على نحو مباشر زائفة لأنها تضع لنا بعض التنبؤات الزائفة، فكل تنبؤاتها عن المستقبل ربما رغم ذلك تصبح صادقة. وبكلمات أخرى فإن "نظرية مختلفة" التى تضع لنا نفس التنبؤات عن المستقبل، ولكن تنبؤاتها المختلفة عن الماضى ربما تصبح صحيحة.

الملغز: إذا أحببت ذلك. إذن بدلا من سؤالى لماذا تكون النظرية المرفوضة غير قابلة للدفاع عنها عقلياً، لا بد، وبحديث مباشر، أن يكون سؤالى على هذا النحو: لماذا يجعل رفض النظرية كل فرع من فروعها الذى يتطابق معها عن المستقبل هو بدوره غير قابل للدفاع عنه عقلياً، حتى ولو أن هذا الفرع لم يتم رفضه؟

دافيد: ليس هذا الرفض هو الذى يصور مثل هذه النظريات على أنها غير قابلة للدفاع عنها، ولكن لأنها أحياناً تكون كذلك من حيث أن لها بعض التفسيرات السيئة. وهكذا يحدث تقدم فى العلم. لأنه لكى تربح نظرية إحدى الحجج المؤيدة، هذا يجعل كل النظريات المنافسة غير قابلة للدفاع عنها، وهذا يشمل كل فروعها التى ربما فكر فيها أى أحد. ولكن تذكر أن ما أعنيه بالنظريات المنافسة هى التى تكون فى ذات المجال والتى تحتاج الدفاع عنها. وعلى سبيل المثال فى مجال الجاذبية لا أحد اقترح نظرية قابلة للدفاع عنها وتتوافق مع التنبؤات التى خضعت للاختبار فى النظرية الغالبة، ولكن

---

(\*) فعلياً، يمكنها أن تظل صحيحة عالمياً إذا ما كانت النظريات الأخرى زائفة على المستوى التجريبي.  
(المؤلف)

تختلف مع تنبؤاتها عن التجارب المستقبلية. أنا متأكد أن مثل هذه النظريات ممكنة - مثلاً، النظريات التي سترث النظرية الغالبة ستكون واحدة منها - ولكن طالما أن أحداً لم يفكر بعد في مثل هذه النظرية، كيف للمرء أن يتصرف بناء على ذلك؟

الملغز: ما الذى تعنيه بأن أحداً لم يفكر بعد في مثل هذه النظريات أنا شخصياً أستطيع أن أفكر فى واحدة الآن.

دافيد: أشك كثيراً فى أنك تستطيع ذلك؟

الملغز: بالطبع أستطيع. ها هى: طالما أنت يا دافيد تقفز من على السور أو من المناطق العالية بطرق، تبعاً للنظرية الغالبة، سوف تقتلك فإنك ستعوم فى الهواء بدلاً من ذلك. وبعيداً عن ذلك فالنظرية الغالبة التى تتمتع بالعالمية، وسأضعها لك على هذا النحو، كل اختبار فى الماضى كان ضرورياً لنظريتك (الغالبة) سيكون بالضرورة لازماً لنظريتى طالما أن تنبؤات كل منها متشابهة بالنظر للتجارب التى أجريت فى الماضى. وبما أن النظريات المنافسة لنظريتك قد رُفضت هى نفسها التى رُفضت بالنسبة لنظريتى. وطالما أن نظريتى الجديدة قد تأيدت تماماً كما تأيدت نظريتك الغالبة. كيف إذن يمكن أن تكون نظريتى غير قابلة للدفاع عنها؟ أية أخطاء يمكن لها ألا تتشارك مع نظريتك؟

دافيد: فقط حول أية أخطاء فى كتاب (دستور) البوبريين! إن نظريتك قد أنشئت من خلال كونها تذييلاً للنظرية الغالبة بإضافة ميزة غير مفسرة عنى كشخص يعوم فى الهواء. هذه الميزة، من حيث التأثير، هى نظرية جديدة، ولكنك لم تقدم دليلاً إما ضد خواص الجاذبية أو لصالح النظرية الجديدة. لقد جعلت من هذه الأخيرة غير قابلة لأى نقد (غير الذى أفعله الآن) ولا محلاً لأى اختبار تجريبى. إنها لا تحل - أو حتى تدعى أنها تحل - أى مشكلة سائدة، ولا أنت اقترحت معضلة جديدة مثيرة يمكن لها أن تحل والأسوأ من ذلك كله أن الميزة التى قلت بها لا تفسر شيئاً بل تفسد تفسير الجاذبية

الذى هو أساس النظرية الغالبة. إنه التفسير الذى يُقوّم اعتمادنا على النظرية الغالبة وليس على نظريتك. وهكذا وباختصار وبكل المعايير العقلية يمكن رفض الميزة التى اقترحتها.

الملغز: ألا يمكن أن أقول نفس الشيء عن نظريتك؟ نظريتك تختلف عن نظريتي من خلال نفس الميزة الصغيرة لكن الأمر على العكس من ذلك أنت تعتقد أن على أن أفسر الميزة التى اقترحتها. ولكن لماذا لا يتساوى موضع كل منا مع موضع الآخر.

دافيد: هذا لأن نظريتك لم تأت بتفسير لى من تنبؤاتها، ولكن نظريتي فعلت ذلك.

الملغز: ولكن لو أن نظريتي هى التى اقترحت سلفاً لبدت نظريتك كأنها هى التى لديها ميزات غير مفسرة ولكانت هى التى ستكون "فى الخلاصة مرفوضة".

دافيد: هذا ببساطة ليس صحيحاً. أى شخص عقلانى يقوم بالمقارنة بين نظريتك وبين النظرية الغالبة، حتى لو كانت نظريتك قد اقترحت قبلها، فهو سيرفض نظريتك على الفور لصالح النظرية الكاشفة وذلك من أجل الحقيقة المتمثلة فى أن نظريتك هى إصلاح غير مفسر لنظرية أخرى أعلنت فى عباراتك عنها.

الملغز: أنت تعنى أن نظريتي تأخذ شكل مجرد "كذا، وكذا" نظرية لها صفة العالمية فيما عدا وضع "الكذا وكذا" ولكننى لم أفسر لماذا يبقى لها هذا الاستثناء؟  
دافيد: بالضبط.

الملغز: أه، حسناً، اعتقد أننى قادر على إثبات خطئك هنا (بمساعدة من الفيلسوف نيلسون جودمان<sup>(\*)</sup> Nelson Goodman) اعتبر فرعاً من اللغة الإنجليزية

---

(\*) نيلسون جودمان Nelson Goodman (١٩٠٦ - ١٩٩٨) فيلسوف أمريكى متميز قام بتدريس الفلسفة بجامعة هارفارد من ٦٨ - ١٩٧٧ وعدة جامعات عالمية أخرى قبلها، كما يذكر أنه التحق بخدمة القوات المسلحة منذ ٤٢ حتى ١٩٤٥ وتركز بحوثه ودراساته (عالمية المستوى) فى مجالات التعليم والأداب =

ليس به فعل "يسقط" وإنما بدلاً منه "X يسقط" الذى يعنى "يسقط" فيما عدا حين ينسب إليك فإنه يعنى "يعوم فى الهواء" وبالتشابه فإن "X يعوم فى الهواء معناها" يعوم فى الهواء" ما عدا حين تنسب إليك فإنها فى هذه الحالة تعنى "يسقط". فى هذه اللغة الجديدة فإننى يمكن أن أعبر عن نظريتى مثل كل التأكيدات الخائنة. كل الأشياء X تسقط إذا لم يتم تدعيمها". ولكن النظرية الغالبة (التي باللغة الإنجليزية تقول إن كل الأشياء تسقط إذا لم يتم تدعيمها) فتصبح بذلك فى اللغة الجديدة صالحة. "كل الأشياء X تسقط عندما لا تدعم ، فيما عدا دافيد فهو X يعوم فى الهواء" وهكذا فإن الصالح من أى من هاتين النظريتين يعتمد على اللغة التى يعبر بها عنهما، أليس كذلك؟

دافيد: من حيث الشكل، نعم. ولكن هذا من قبيل التفاهة. إن نظريتك تشتمل من حيث الجوهر على تأكيد غير مفسر يُقوّم به النظرية الكاشفة. هذه الأخيرة – من حيث الجوهر أيضاً – هى التى تكشف فى نظريتك هذه الميزة غير المفسرة، ولا يهم كيف كشفت عنها، تلك حقيقة موضوعية مستقلة عن اللغة.

الملغز: إننى لا أرى لماذا. أنت نفسك قد استخدمت شكل نظريتى لتسلط الضوء على "الميزة غير الضرورية" لقد قلت إنه "إعلان" عن عبارة إضافية فى جملتى عن النظرية بالإنجليزية. ولكن عند ترجمة نظريتى إلى لغتى، فلا ميزات قد تم الإعلان عنها، بل على العكس، فإن الميزات المعلنة ظهرت فى العبارات المعبرة عن النظرية الغالبة.

دافيد: بالفعل هو كذلك. ولكن ليست كل اللغات متساوية أو متوازية. إنها نظريات. وتشتمل فى قاموسها اللغوى وقواعدها تأكيدات جوهرية عن العالم. وفى أى وقت ننشئ

---

= والمنطق والمعرفة والأخلاق كما يُعد مناصراً للفلسفة التحليلية فى أمريكا، وله كتاب أشهر عن بناء المظهر: الواقع، الخيال، التنبؤ..... (المترجم)



نظرية، فإن جزءاً صغيراً منها هو الذى يتسم بالوضوح: أما الباقي فإن اللغة هى التى تحمله على عاتقها. ومثل كل النظريات فإن اللغة يتم إبداعها وتصنيفها على أساس قابليتها لحل مشكلات معينة. وفى هذه الحالة فإن المشكلات هى التى يُعبر عنها فى نظريات أخرى وفى أشكال تمكننا من التعامل معها والمقارنة بينها ونقدها. وتعتبر واحدة من أهم الطرق التى تقوم فيها اللغة بحل المشكلات وهو التجسيد أو التشخيص والوضوح فى النظريات غير الخلافية والموثوق فيها بغير جدال، وفى نفس الوقت تسمح للأشياء المتطلبة للجدل حولها لى يكون التعبير عنها بارعاً فى إيجازه وخلوه مما يشوبه.

الملغز: أقبل بذلك.

دافيد: إذن ليس ثمة صدفة فى أن تختار لغة ما تغطى مفهوماً أساسياً بمجموعة من المفاهيم بدلاً من مجموعة أخرى. إنها بذلك تعكس الحالة الجارية لموقف المتحدث من المشكلة. ولهذا مَثَلُ شكل نظريتك بالإنجليزية مؤشراً جيداً لحالة المواجهة مع الموقف الجارى للمشكلة. سواء حلت المشاكل أو فاقمت منها ولكنه ليس شكل نظريتك الذى أشكو منه. إنه جوهر المسألة. شكواى أن نظريتك لا تحل وإنما هى تفاقم الموقف من المشكلة. هذا الخلل يكون ظاهراً عند التعبير عن النظرية باللغة الإنجليزية، كما يكون ضمناً عندما يعبر عنها بلغتك وهو هنا لا يقل شدة كثيراً عن الحالة الأولى. إننى أستطيع أن أضع شكواى بطريقة متساوية سواء فى اللغة الإنجليزية أو مستخدماً الرطانة (اللغو) العلمية أو باستخدام لغتك المقترحة أو بأى لغة أخرى متاحة أولها إمكانية التعبير عن المناقشة التى يجب أن تجدى بيننا (يعتبر واحداً من المبادئ البوبرية العامة أن المرء يجب أن يرغب دوماً فى المضى فى المناقشة باستخدام اصطلاحيات الخصم).

الملغز: ربما تكون لديك وجهة نظر سليمة هنا. ولكن هل يمكنك أن تفصل لى كيف تفاقم نظريتى من موضع المشكلة، وكيف أن ذلك واضح حتى لمواطن يتحدث باللغة الافتراضية التى قلت بها؟

دافيد: إن نظريتك تؤكد وجود شذوذ فيزيائي، والذي ليس له وجود في النظرية الغالبة. ما يخرج عن القياس أو الشيء الشاذ الذي أتذرع به كاستثناء هو الجاذبية. من المؤكد أنه يمكنك أن تخترع لغة تعبر عن هذا الشذوذ بوضوح، وهنا فالعبارات التي تستخدمها في نظريتك لا تحتاج إلى الإشارة إلى الجاذبية بوضوح. ولكن على نحو ما تشير إليها. الوردية أيا كان اسمها في لغات متعددة ستظل لها رائحة زكية. افترض أنك - وبالطبع أي آخر غيرك - مواطن تتحدث بلغتك واعتقد أن نظريتك عن الجاذبية صادقة، وافترض أننا جميعاً أخذناها على محمل الثقة، واعتقدنا أنه من الطبيعي أن تستخدم الكلمة "لا يسقط" لوصف ما يحدث لك أولى عند القفز من على السور. شيئاً من هذا لن يغير من صلب الموضوع بأدنى درجة تغيير. كل ما هناك من فارق هو استجابتي للجاذبية ولأي شيء آخر. إذا سقطت أنت من على السور ربما ستحسدي طوال رحيلك للأسفل. ربما سيكون تفكيرك: ليت استجابتي للجاذبية تكون كاستجابة دافيد لها وليس بهذا القدر من الاختلاف عن طريقته.

الملغز: هذا صحيح. وذلك فقط لأن نفس الكلمة "X يسقط" تصف استجابتك للجاذبية واستجابتي أيضاً، ولن أفكر في أن الاستجابة الفعلية هي نفسها. بل على العكس، فإنني كمتكلم بارع باللغة التي اقترحتها سأعرف جيداً أن "X يسقط" تختلف فيزيائياً بالنسبة لك وبالنسبة لي، بالضبط كما يعرف متحدث بالإنجليزية أن الكلمات "Being drunk" تعني كونك ثملاً شيئاً يختلف فيزيائياً بالنسبة لشخص ما وبالنسبة لكوب من الماء. أنا لن أفكر (إذا كان هذا حدث لدافيد "X يسقط" كما حدث لي) ولكنني سأفكر (إذا كان ما حدث لدافيد أنه "X يسقط" وبقي حياً بينما سأسقط أنا "X يسقط" وسأموت).

دافيد: والأكثر من ذلك أنه على الرغم من تأكيدك بأنني سأعوم في الهواء فإنك لن تفهم لماذا. أن تعرف شيئاً ليس مثل أن تفهمه. ربما سوف تكون فضولياً تجاه تفسير هذا الشذوذ المعروف جيداً وهكذا سيكون كل شخص آخر. الفيزيائيون سيحتشدون

من جميع أنحاء العالم لدراسة تلك الخواص الشاذة للجاذبية التي قلت بها. فى الواقع لو كانت لغتك هى الغالبة حقيقة وأن نظريتك قد أخذت على محمل الثقة من كل الناس، فإننى افترض أن المجتمع العلمى كان ينتظر بفارغ الصبر لمولدى وكانوا سيصطفون انتظاراً لإسقاطى من طائرة! ولكن بالطبع فإن المقدمة المفترضة لكل هذا أن نظريتك قد تم الوثوق بها وأنها تتضمن اللغة الغالبة: كل ذلك مناف للعقل. نظرية أو لا نظرية، لغة أو لا لغة، فى الحقيقة لا يقبل أى عاقل أو يستمتع بمثل هذا الشذوذ الفيزيائى الساطع دون أن يصحبه تفسير من القوة بمكان ولهذا بالضبط فإنه كما سيتم رفض نظريتك فى النهاية فإن لغتك بدورها ستُرفض أيضاً باعتبارها طريقة أخرى تضع بها نظريتك.

**الملغز:** هل يمكن أن يكون هنا حل لمشكلة الاستقراء بعد كل شىء؟ دعنى أرى كيف يمكن للبصيرة فى أى لغة أن تغير الأشياء؟ حجتى تقوم على وضوح التشابه بين موقفك وموقفى. كلانا يتبنى نظريات كانت متماسكة بفضل وجود نتائج للتجارب وأن النظريات (ما عدا كل منهما) المنافسة لهما قد رُفضت أنت تقول إننى لم أكن عقلانياً لأن نظريتى تتضمن تأكيدات غير مفسرة، ولكننى واجهت ذلك بالقول بأنه فى لغة أخرى فستكون نظريتك أنت التى ستحتوى مثل هذه التوكيدات. وذاك هو التشابه بين موقفينا. ولكنك أوضحت لى الآن أن اللغات هى نظريات، وأن التركيب المتشكل من لغتى المقترحة والنظرية يؤكد وجود الشذوذ الفيزيائى الموضوعى أو المدرك حياً، بالمقارنة مع التركيب بين اللغة الإنجليزية والنظرية الغالبة وما يؤكد هذا التركيب. وهذا بدوره تشابه بين موقفينا، أما الحجة التى أسوقها للأمام فى هذا الأمر قد باءت بفشل يائس.

**دافيد:** بالطبع هو كذلك.

**الملغز:** دعنى أرى إذا ما كنت مستطيعاً إيضاح الأمر قليلاً أكثر من ذلك. هل تقول إنه من قبيل المبدأ فى العقلانية أن النظرية التى تؤكد على وجود الشذوذ

الموضوعي، وثمة أشياء أخرى تشبهه، تكون أقل ميلاً لعمل تنبؤات صادقة بالنظر لغيرها من النظريات التي لا تفعل بالمرّة؟

**دافيد:** ليس بالضبط. النظريات التي تسلم بالشذوذ دون أن تفسره هي الأقل ميلاً عن منافساتها إلى عمل تنبؤات صادقة. وبصفة أكثر عمومية فإنه من قبيل المبدأ العقلاني أن النظريات تزدن للأشياء من أجل حل المشكلات. ولذلك فإن أي ادعاء أو إذعان من شأنه ألا يحل شيئاً، فمن الواجب رفضه. وهذا بسبب أن أي تفسير جيد يقترحه هذا النوع من الإذعان أو التسليم أو الادعاء يصبح تفسيراً سيئاً.

**الملغز:** الآن. ما فهمته هو أنه يوجد حقيقة اختلاف موضوعي بين النظريات التي تضع تنبؤات مفسّرة وبين تلك التي لا تفعل ذلك، ولا بد أن أعترف أن هذا أمر واعد كحل لمشكلة الاستقرار. يبدو أنك اكتشفت لتقويم اعتمادك المستقبلي على نظرية الجاذبية بواسطة وضع المشكلة في الماضي (بما يشمل من أدلة ملاحظة سابقة) والفرق بين التفسير الجيد والآخر السيئ ولن تحتاج لأن تفترض أي فرض من مثل "أن المستقبل أشبه بأن يكون متضمناً في الماضي".

**دافيد:** لم أكن أنا الذي اكتشف ذلك.

**الملغز:** ولا أظن أن بوبر قد فعل ذلك أيضاً. لسبب واحد. إن بوبر لم يعتقد أن النظريات العلمية يمكن أن تقوم على الإطلاق. لقد صنعت تفرقة حذرة بين النظريات التي تُقوّم بالملاحظة (كما يعتقد الاستقرائيون) وبين تلك التي تقوم بالحجج والبراهين. وبوبر لم يقم بمثل هذه التفرقة وبالنظر لمشكلة الاستقرار فقد قال إنه على الرغم من أن التنبؤات المستقبلية لنظرية ما لا يمكن تقويمها فلا بد أن نتصرف حيالها كما لو كانت قابلة للتقويم.

**دافيد:** لا أعتقد أنه قال ذلك بالضبط، ولو قاله فإنه لم يكن يعني ذلك.

**الملغز:** ماذا؟

دافيد: ولو كان عناه فقد كان مخطئاً. لماذا تكتب هكذا؟ إنه من الممكن تماماً  
لامرئ أن يكتشف نظرية جديدة ( المعرفة البوبرية فى هذه الحالة) وفى نفس الوقت  
يظل معتقداً بالأفكار المتعارضة معها وكلما كانت النظرية عميقة، كلما كان ذلك ليحدث.

الملغز: هل تدعى أنك تفهم نظرية بوبر أكثر مما فعل هو نفسه؟

دافيد: أنا لا أعرف ولا يهمنى. أنت تعرف بالطبع أن التوقير الذى يحمله الفلاسفة  
للمصادر التاريخية للأفكار هو من قبيل العناد أو الأمور المضللة. فى العلم نحن لا  
نعبر أن اكتشاف نظرية تحمل أى بصيرة خاصة فيها. على العكس نحن بالكاد نرجع  
إلى المصادر الأصلية. إن الشيء الثابت غير المتغير يصبح مطلقاً. بينما وضع المشكلة  
هو الذى يحصنها وهو الذى يتحول بواسطة المكتشفات ذاتها. على سبيل المثال: معظم  
النظريات ذات الصلة تفهم اليوم نظرية أينشتاين Einstein أكثر مما فعل هو.  
ومؤسسو النظرية الكمية قد فهموا نظريتهم بأقل مما هى عليه. مثل هذه البدايات  
المتقلقلة متوقعة، وعندما نكون فوق أكتاف العمالقة فليس صعباً أن نرى أبعد منهم.  
وعلى أية حال فسوف يكون ممتعاً ومثيراً أن نتجادل حول كيف تكون الحقيقة، عما إذا  
كان بعض المفكرين، مهما كانت عظمتهم، اعتقدوا هذا أو ذاك.

الملغز: هذا كله صحيح، وأوافق عليه. ولكن انتظر لحظة، أعتقد أننى قلت منذ فترة  
قريبة أنك لم تسلم بوجود نوع من مبدأ الاستقرار. انظر لقد قومت نظرية عن المستقبل  
(النظرية الغالبة عن الجاذبية) بأنها أكثر قابلية للاعتماد عليها أكثر من غيرها (النظرية  
التي اقترحتها) وذلك برغم أنهما كليهما متماسكتان بالنظر إلى كل الملاحظات الجارية  
المعروفة. وطالما أن النظرية الغالبة تستخدم الماضى والمستقبل، فأنت قد قومت فى هذه  
الحالة الفرض القائل، وبالنظر للجاذبية: "إن المستقبل يتضمن الماضى". ومثل هذا  
سيكون قائماً أينما قومت نظرية بأنها يمكن الاعتماد عليها على أساس أنها مثبتة أو  
موثقة، الآن من أجل التقدم من التوثيق إلى إمكانية الاعتماد عليها، فقد اختبرت قوة  
التفسير فى النظريات. وهكذا فإن الذى أظهرته أنه يمكننا القول بأن مبدأ السعى

لتفسير أحسنّ يدعى أن المستقبل سوف، مع كل الاحترام، يشبه الماضي. وهذا هو مبدأ الاستقراء! إذا كان مبدأ التفسير الذي قلت به يدعى أو يذعن لمبدأ الاستقراء، فبالمنطق هو نفسه مبدأ الاستقراء. إذن فإنه بعد ذلك كله يكون الاستقراء صحيحاً، ويكون مبدأ الاستقراء، قبل التنبؤ بالمستقبل، لا بد أن نطالب به واضحاً كان أو ضمناً.

دافيد: أه يا عزيزي! هذا الاستقراء هو حقيقة من قبيل المرض الخبيث. يقل في ثوان قليلة وسرعان ما يرتد ليصبح أكثر قوة عما كان.

الملغز: هل العقلانية البوبرية قد قوّمت الحجج كشيء موجه للمشاعر والأهواء وليس للعقل كذلك أيضاً؟ أسأل لكى أعرف فقط.

دافيد: أعتذر لك. دعنى أذهب مباشرةً إلى جوهر ما تقوله. نعم لقد قوّمت تأكيدات حول المستقبل. وأنت تقول إن هذا يعنى تسليماً بأن "المستقبل يشبه الماضي". حسناً، وعلى نحو من البله، نعم، بقدر ما أى نظرية عن المستقبل سوف تؤكد أنه يشبه الماضي بأى معنى من المعانى. ولكن هذا التداخل بأن المستقبل يشبه الماضي فهذا لا يعنى أن المقصود هو مبدأ الاستقراء، لأننا لا نستخرج أو نُقوِّم أى نظرية أو تنبؤ بالمستقبل من الماضي. لأننا على سبيل المثال لا نستطيع أن نفرق بين نظريتك عن الجاذبية وبين النظرية الغالبة وبما تقوله كل منهما وبطريقة أيهما، بأن المستقبل يشبه الماضي.

الملغز: لا نستطيع أن نستنتج من مبدأ التفسير شكل لمبدأ الاستقراء يمكن استخدامه للاختيار بين النظريات؟ ماذا عن: إذا لم يحدث فى الماضي شرح لأى شذوذ فلن يكون المستقبل أميل لأن يشبهه؟

دافيد: لا. تقويمنا لن يعتمد إذا ما كان شذوذاً ما قد وقع فى الماضي وإنما يتعلق الأمر إذا ما كان هناك تفسير لوجود هذا الشذوذ الآن.

الملغز: حسناً إذن، دعنى أضع المسألة بحذر أكثر: إذا لم تكن هناك الآن فى الوقت الحاضر نظرية مفسرة تتنبأ بأن ثمة شذوذ معين سوف يقع فى المستقبل إذن هذا الشذوذ سوف لا يكون أميل للحدوث مستقبلاً.

دافيد: هذا ربما يكون صحيحاً. أنا أعتقد ذلك بالنسبة لهذه الحالة وحدها. ومع ذلك فهى ليست فى شكل: "المستقبل يميل لأن يشبه الماضى". والأكثر من ذلك، من أجل محاولة جعل الأمر يشبه ذلك بأقصى ما يمكننا، فقد خصصت أنت الأمر على هذه الحالات: "فى الوقت الحاضر" "فى المستقبل" وفى حالة وجود "شذوذ". ولكنها بالفعل حقيقية بدون هذا التخصيص. إنها مجرد عبارة عامة عن فعالية الحجة وباختصار، إذا لم تكن ثمة حجة لصالح الإدعاء فإنه إذن لا يعتمد عليه ماضٍ كان أو مستقبلاً شاذاً كان أو غير شاذ، أو فى فترة ما أو فى غيرها.

الملغز: نعم، أنا أفهم ذلك.

دافيد: ليس هناك شئ فى "الحجة العقلية" أو فى "التفسير" يربط بين المستقبل والماضى بأى طريقة خاصة. ليس ثمة ما يدعى أو يطالب بأن يشبه شئ شيئاً. وليس ثمة ما يساعدنا إذا كان قد تم الادعاء بذلك. وعلى النحو الفارغ أو بشئ من البله الذى يقال فيه أن التفسير يستخدم فكرة أن المستقبل "يشبه الماضى" فمع ذلك هو لا يستخدم شيئاً عن المستقبل، وعلى ذلك فهو ليس مبدأ للاستقراء ليس ثمة مبدأ للاستقراء. كما ليست هناك عملية استقراء، لم يستخدمهم أحد ولا ما يشبههم. وليس هناك بعد مشكلة استقراء. هل هذا واضح الآن.

الملغز: نعم. من فضلك اعذرني للحظات قليلة بينما أعيد ترتيب نظرتي للعالم بالكامل.

دافيد: لكى أساعدك فى هذا الاختبار، أعتقد أن عليك إعادة النظر لنظريتك البديلة عن الجاذبية بشكل أكثر قرباً.

الملغز: ...

دافيد: كما وافقنا أن نظريتك تشتمل، موضوعياً، على نظرية للجاذبية (النظرية الغالبة)، رجحها تنبؤ غير مفسر عنى. تقول إننى سأعوم فى الهواء بدون دعم. عدم الدعم يعنى "بدون أى قوة دافعة لأعلى تعمل" على، وبذلك يكون الاقتراح أننى سأكون مستثنى أو محصناً ضد الجاذبية التى يمكنها أن تسقطنى لأسفل، الجاذبية ليست قوة، إنها إعلان عن انحناء الزمكان. هذا الانحناء يفسر لماذا الأشياء غير المدعومة، مثلى، ومثل الأرض: تدور مع الزمن قريباً منه. ولذلك وفى ضوء الفيزياء الحديثة فإن نظريتك تفترض القول بأن هناك قوة تدفعنى لأعلى مطلوب منها أن تبقينى على مسافة ثابتة دائمة من الأرض. ولكن من أين تأتى مثل هذه القوة، وما هى طريقة سلوكها؟ على سبيل المثال ما هى تلك المسافة الدائمة الثبات؟ إذا كان للأرض أن تتحرك لأسفل هل سأستجيب لحظياً أو على نحو خاطف لأحافظ على نفس المسافة (والتي تسمح بأن يكون الاتصال أسرع من الضوء مناقضاً للمبدأ الآخر الخاص بالنسبية) أو أن المعلومة التى تتعلق بما إذا كانت الأرض ستحلق بى بسرعة الضوء أولاً؟ وإذا كان الأمر كذلك ما الذى سيحمل تلك المعلومة؟ هل هو نوع جديد من الموجات تقذف به الأرض؟ وإذا كان فلاى معادلة يخضع الأمر؟ هل تحمل طاقة ما؟ وما هو سلوكها الميكانيكى الكمى؟ أم أننى سأستجيب بطريقة خاصة للموجات الموجودة، مثل الضوء؟ فى هذه الحالة هل سيختفى الشذوذ فيما لو وضع حائل معتم أو غير شفاف بينى وبين الأرض؟ أليست الأرض ذاتها من قبيل غير الشفاف على أية حال؟ وأين تبدأ الأرض، ما الذى يعرف السطح المفترض أننى أعوم فى الهواء فوقه؟

الملغز: ...

دافيد: واتصالاً بذلك، ما الذى يعرف أين أبدأ أنا؟ وماذا لو كنت محملاً بثقل كبير، هل سيعوم فى الهواء بدوره؟ لو كان الأمر كذلك إذن قد تضطر السفينة الطائرة التى أطيّر بها أن تغلق ألاتها بدون أى حادث مؤسف. ما الذى يجرى فى حالة



"التوقف" هل ستسقط الطائرة عندما أطلقها من حالة الراحة "الثبات"؟ وإذا كان التأثير لا يصل لأشياء أخرى أحملها معي، ماذا عن ملابسى؟ هل سيسقطنى ثقلها ويتسبب حينئذ فى مقتلى بعد كل شىء؟ وإذا قفزت من فوق السور، ماذا عن آخر وجبه لى ودورها فى هذه العملية؟

الملغز: ...

دافيد: أستطيع أن استمر هكذا إلى ما لا نهاية، والنقطة فى المسألة هى كلما أخذنا فى الاعتبار تطبيقات نظريتك المقترحة عن الشذوذ كلما ظهرت لنا أسئلة لا إجابة لها وهذا لا يتعلق فقط بأن نظريتك غير كاملة وإنما لأنها أسئلة من قبيل المتاهات. وبأى طريقة يمكن بها الإجابة عليها تفتح أسئلة ومشكلات طازجة من خلال إفساد رضانا عن تفسيرات ظواهر أخرى.

الملغز: ...

دافيد: ومن ثم فإن ادعاءك ليس مجرد أنه زائد أو غير ضرورى بل أيضاً من الناحية الموضوعية هو ادعاء ردىء. وبصفة عامة هو منحرف وغير صحيح، وكذا فإن النظريات غير المرفوضة والتي يمكن للمرء أن يقترحها وهى مقيدة تسقط بخشونة عبر مستويين. هناك نظريات تدعى جواهر غير قابلة للانحلال مثل الجزئيات التى لا تتفاعل مع أى مادة أخرى (موسى أوكام: إذا رغبت) يمكن رفضها لأنها لا تتصدى لأية حلول. وثمة نظريات أخرى، مثل نظريتك التى تتنبأ بشواذ ملحوظة ولكن غير مفسرة. وأيضاً يمكن رفضها لذات السبب. أليس كذلك؟ أنا أعجل وأضيف أنها تصطدم مع الملاحظة القائمة. إنها تزيل قوة التفسير لنظريات قائمة من خلال تأكيد أن تنبؤاتها تحظى بالاستثناءات، ولكنها لا تفسر ذلك وكيف يحدث . حيث لا يمكنك القول فقط إن هندسة الزمكان تأتى لنا بالموضوعات غير المدعومة إلى جوار بعضها البعض إلا إذا كان أحدها هو دافيد نفسه، وإلا ستترك كل منها وحدها. أو أن تفسير الجاذبية يكمن فى انحناء الزمكان، أم هو غير ذلك: فقط قارن نظريتك مع صحة وشرعية التأكيد بأن

"الريشة" سوف تعوم في الهواء إلى أسفل ببطء لأن هناك الهواء الذي يمارس عليها قوة دفع إلى أعلى. هذا التأكيد بمثابة نتيجة تابعة لنظريتنا المفسرة القائمة عما هو الهواء، وهكذا هي لا تقيم مشكلة جديدة كما تفعل نظريتك.

الملغز: أرى هذا معك الآن هل تعطينى بعض المساعدة لتثبيت نظرتى إلى العالم؟

دافيد: حسناً، هل قرأت كتابى "نسيج الحقيقة"؟

الملغز: إننى بالتأكيد أخطط لذلك، ولكن فى الوقت الحالى فإن المساعدة التى أطلبها تتعلق بصعوبة معينة جداً.

دافيد: أرنى ما عندك .

الملغز: الصعوبة هى. عندما أعود للمناقشة التى خضناها معاً، أقترح تماماً بأن تنبؤك، إذا ما قفزت أنت أو أنا من فوق هذا البرج، فإن الذى سيحدث حينئذ ليس مأخوذاً من أى فرضية استقرائية مثل "المستقبل يشبه الماضى". ولكن عندما أرتد للخلف ملقياً النظر على منطق الموقف كله، أخشى أننى لا أفهم كيف لهذا أن يحدث. خذ فى اعتبارك العناصر الأولية للجدل بيننا. أساساً افترض أن ملاحظتنا فى الماضى والمنطق الاستقرائى هى وحدها العناصر الأولية. وبعدها أوافق أن وضع المشكلة الحالى له صلة بالأمر أيضاً، لأننا نحتاج لتقويم نظريتنا على أنه يمكن الاعتماد عليها والوثوق بها أكثر من النظريات المنافسة لها. وحينئذ على أن أخذ فى الاعتبار المدى الواسع فى مستويات النظريات التى يمكن أن تحكمها الحجة والبرهان فقط، وأن مبادئ العقلانية يمكن أن تتضمن العناصر الأولية لجدلنا. الذى لا أفهمه أين من هذه العناصر المبدئية ملاحظتنا فى الماضى، وضع المشكلة الحالى، المبادئ الخالدة المنطق والعقلانية، أى منها لا يُقوّم هذه التداخلات القائمة بين الماضى والمستقبل، كيف نُقوّم من أين أتت تنبؤاتنا عن المستقبل. يبدو أن ها هنا فجوة منطقية. هل تصنع افتراضاً خفياً فى موضع ما من مناقشتنا؟

**دافيد:** لا، ليس ثمة فجوة منطقية. ما تسميه "عناصر أولية أو مبدئية" يشمل تأكيدات عن المستقبل أفضل النظريات القائمة التي لا يمكن هجرها ببساطة لأنها تمثل حلولاً للمشاكل، تتضمن بدورها تنبؤات عن المستقبل لا يمكن اقتطاعها أو فصلها عن المحتويات الأخرى لهذه النظريات، كما حاولت أنت أن تفعل، لأن هذا من شأنه أن يفسر قوة تفسيراتها. أى نظرية جديدة نقترحها لا بد أن تكون متساوقة مع النظريات القائمة والتي تتناسب تطبيقاتها مع ما يمكن أن تقوله الجديدة عن المستقبل، وإما تتناقض مع النظريات القائمة ولكنها تعلن عن مشاكل جديدة نشأت معطية لنا تفسيرات جديدة بديلة تقيد بدورها ما يمكن أن تقوله عن المستقبل.

**الملغز:** وهكذا نحن ليس لدينا مبدأ تسبیب يقول أن المستقبل سوف يشبه الماضي، وإنما لدينا نظريات حالية هي التي تقول ذلك. والتي تشير ضمناً إلى شكل محدود من الاستقراء.

**دافيد:** لا، نحن لدينا نظريات تؤكد ببساطة شيئاً عن المستقبل. ولعله من نافلة القول أن نذكر أن أى نظرية عن المستقبل تحتوى ضمناً أن المستقبل سوف يشبه الماضي بطريقة ما. ولكننا نكتشف ذلك بعد أن نحظى بالنظرية ونعرف إلى أى مدى قالت النظرية عن هذا التشابه بينهما. ويمكنك أن تقول بذلك أيضاً من أنه طالما تتمسك هذه النظريات بملامح معينة للحقيقة بأنها هي ذاتها في الفضاء أى أنها تدعى "مبدأ استقرائياً فضائياً" إلى درجة أن القريب منا يشبه البعيد القائم في الفضاء. ودعنى أوضح هنا، في أى مستوى عملى لمعنى كلمة "يشبه" فإن نظرياتنا الحالية لا تقول بأن المستقبل يشبه الماضي، مثلاً، الانسحاق الكبير (انهيار الكون وعودته إلى نقطة التفرد) هي واقعة يتنبأ بها بعض الكونيين ولكنها عن حقبة تختلف عن حقبتنا الحالية، بأى معنى فيزيائى، من حيث إمكانية حدوثها. أية قوانين تتنبأ بها فهي لا تدعى إمكانية حدوثها بالضبط.

الملغز: أنا مقتنع بهذه النقطة، دعنى أحاول مجادلتك لآخر مرة. لقد رأينا أن التنبؤات المستقبلية يمكن تقويمها تحت ظل إغواء مبادئ العقلانية. ولكن ما الذى يُقوّم هذه الأخيرة؟ إنها رغم كل شىء ليست من حقائق المنطق الصرف. ومن هنا ثمة إمكانيتان: إما أنهم غير قابلين للتقويم وبالتالي فإن النتائج المستقاة منهم تكون بدورها غير قابلة للتقويم، وإما أنها يتم تقويمها بوسائل غير معلومة بعد. وفى الحالتين ثمة تقويم مفتقد. أنا لم أعد أشك فى أن مشكلة الاستقراء هى مجرد مظهر خادع. ومع ذلك ما دمنا قد فجرنا مشكلة الاستقراء، ألم ينجم عن ذلك الكشف عن مشكلة تأسيسية أخرى، تلك المتعلقة بالتقويم المفتقد؟

دافيد: ما الذى يُقوّم مبادئ العقلانية؟ جدل آخر كالعادة. مثلاً: والذى يقوم اعتمادنا على قوانين الاستقراء، على الرغم من حقيقة أن أية محاولة لتقويمها منطقياً ستعود بنا إما إلى "الدائرية" (\*) أو إلى ندم أو أسف لا نهائى؟ إنها مقومة على أساس عدم توفر أى تفسير متحقق من إحلال الاستقراء محل النظرية المفسرة.

الملغز: أن هذا لا يبدو عليه أنه أساس أمن للمنطق الصرف.

دافيد: ليس آمناً تماماً ولا يجب أن تتوقع أنه كذلك، لأن التسبيب المنطقى ليس أكثر من كونه عملية فيزيائية لا تقل عن التسبيب العلمى وبالتالي يتأصل فيها عدم المعصومية من الخطأ. قوانين المنطق ليست ذاتية الدليل. هناك أناس، الرياضيون أصحاب الحدس (الحدسيون) الذين لا يوافقون على أعراف قوانين الاستقراء (قواعد التداخل المنطقية). ولقد ناقشت نظرتهم الغرائبية عن العالم فى الفصل العاشر من كتابى "نسيج الحقيقة" بأنه لا يمكن البرهنة على خطئهم. ولكننى سأبرهن على أنهم على خطأ. وأنا متأكد أنك ستوافق على أن برهانى قد قوّم هذه النتيجة.

---

(\*) بمعنى أن النتائج متضمنة فى المقترحات ولا جديد هناك وإنما دائرة مفرغة (المترجم).

الملغز: إذن أنت لا تعتقد بوجود "مشكلة استقراء".

دافيد: لا، لا اعتقد أن هناك مشكلة فى الطرق العادية لتقويم أى نتيجة فى العلم أو الفلسفة أو الرياضيات. ومع ذلك فإنه يعد شيقاً حقيقة أن الأكوان الفيزيائية تتيج أو تتفق مع إنشاء معرفة عنها وعن أشياء أخرى أيضاً. يمكننا أن نحاول بشكل عقلاى تفسير هذه الحقيقة بنفس الطريقة التى نفسر بها حقائق فيزيائية أخرى، أعنى عبر النظريات المفسرة. سوف ترى فى الفصل السادس من كتابى "نسيج الحقيقة" كيف أعتقد أن "مبدأ تورنج" يمثل أصلح النظريات فى هذه الحالة. أنه يقول أن من الممكن بناء موالد حقيقة تقديرية تكون فيه "إعادة العرض" شاملة لأى بيئة ممكنة فيزيائية. إذا كان مبدأ تورنج هو قانون فى الفيزياء، وكما برهنت بالفعل على ذلك، فلا يسوغ إذن لنا الآن الاندهاش من إمكانياتنا تشكيل نظريات دقيقة وصحيحة عن الحقيقة، لأن الحقيقة التقديرية هنا هى التى على المحك. تماماً مثل حقيقة أن الآلات البخارية ممكنة لأنها تعبير مباشر عن مبادئ "الثيرموديناميك"، وهكذا فإن العقل البشرى قادر على إنشاء المعرفة وهذا تعبير مباشر عن مبدأ تورنج.

الملغز: ولكن كيف لنا أن نعرف أن مبدأ تورنج صحيح؟

دافيد: بالطبع لا نستطيع، .. لكنك خائف... أليس كذلك خائف؟ من أننا لو لم نستطع تقويم مبدأ تورنج لسوف نفقد مرة أخرى تقويمنا للاعتماد على أو الثقة فى التنبؤات العلمية.

الملغز (وبصوت ينم على عدم اليقين الكامل): نعم.

دافيد: ولكننا انتقلنا الآن إلى سؤال مختلف كلية! نحن نناقش الآن حقيقة بارزة وواضحة عن الحقيقة الفيزيائية ألا وهى أنها يمكنها أن تضع تنبؤات موثوق بها عن نفسها. نحن نحاول تفسير هذه الحقيقة لنضعها فى ذات الإطار العام مع غيرها من الحقائق التى نعرفها، أقترح أنه ربما هناك قانوناً ما فى الفيزياء يتعلق بهذا. ولكن لو

كنت مخطئاً في هذا، بالطبع لو كنا غير قادرين تماماً على تفسير هذه الخاصية المميزة للحقيقة، فإن هذا لن يقلل مثقال ذرة من تقويم أية نظرية علمية. لأنها لن تجعل هذا التقويم أسوأ بـمثقال ذرة.

الملغز: أظن أن مناقشتنا قد وصلت إلى نهاية بعد كل هذه الملاحاة، أنا مقتنع عقلياً. وإن بقي لدى أن أعترف أن في نفسي ما يمكن أن أصفه بأنه "شك عاطفي".

دافيد: ربما يمثل مساعدة في الأمر لو استطردت بتعليق أخير، ليس حول الحجج التي أبرزتها أنت وإنما حول الالتباس وعدم الفهم الذي يضع خطأ تحتها جميعاً. أنت تعرف أنها كذلك. ومع ذلك لم تؤيد بعد ما تم إصلاحه في نظرتك للعالم. ربما كان هذا مصدر "الشك العاطفي" لديك.

الملغز: زدني إيضاحاً.

دافيد: افتقاد المفهوم هنا يتعلق بالحجة ذاتها وبالتفسير. يبدو أنك ربما تفترض أن الحجة هي التفسير اللذان يقومان التصرف وفق نظرية بعينها، تتمتع ببراهن رياضية، والتي تسوقنا من مرحلة الافتراض إلى مرحلة النتائج. أنت تنظر إلى العناصر المبدئية (البديهيات) التي استقينها منها النتائج (النظريات). الآن، يوجد بالطبع هنا بناء منطقي من هذا النوع يرتبط مع كل برهان أو مناقشة ناجحة. ولكن عملية "البديهيات" لا تبدأ بها وتنتهي بالنتائج. إنها تبدأ من وسطها بتصوير لغز محير في الوعي الباطن، وفجوات ملتبسة قد لا تتصل بالموضوع وكل هذه الأخطاء يتم انتقادها. جعلت المحاولات تحل محل النظريات. والنظريات المنتقدة هذه لا بد أنها تحوى عادة بعض البديهيات وذلك هو الخطأ في اعتبار أنها تبدأ بها أو أنها تقوم من خلالها. أعني النظريات التي تتوافق مع البديهيات أحياناً. البرهان ينتهي بشكل مؤقت عندما يظهر أن التفسير المرتبط بها يرضينا. والبديهيات هنا ليست محدودة أو معتقدات غير قابلة للتحدى أنها نظريات مؤقتة للتفسير.

**الملغز:** أوافق، إذن البرهان أو الحجة من هذا النوع ليست من نوع الاستنتاج أو الاستقراء غير الموجود، أنها لا تقوم على أى شيء أو يتم تقويمها بأى شيء. ولا يجب لها أن تكون، لأن هدفها هو حل المشاكل لتظهر أن أى معضلة معينة لها حل معين.

**دافيد:** أهلاً بك فى نادينا(\*).

**الملغز (سابقاً):** كل هذه السنين التى مرت اعتقدت فيها أننى كنت أمناً مع مشكلتى الكبرى. كنت أعتقد أننى تقدمت على الاستقراءيين القدامى ومتميز عنهم وأيضاً حتى على غلو بوبر. وطول الوقت وربما دون أن أدري كنت واحداً من الاستقراءيين الملغزين! الاستقراء بالفعل مرض يجعل المرء أعمى.

**دافيد:** لا تأخذ نفسك بهذه الشدة. لقد شفيت الآن. إذا كان زملاؤك يعانون فربما تعرضوا لسهولة الانقياد لعدم الاقتناع بمجرد الحجة أو البرهان.

**الملغز (السابق):** ولكن كيف كنت بهذا العماء؟ للاعتقاد بأننى فى إحدى المرات رشحت بوبر لجائزة(\*\*) دريدا Derrida للبيانات الخاسرة التى تجلب السخرية، بينما طول الوقت كان قد قام بحل مشكلة الاستقراء. لا بد أننى أستحق الغفران. احفظنا أيها الرب لأننا قد أشعلنا النار فى قديس. إننى أشعر بالخجل. ولا أجد سبيلاً إلا أن ألقى بنفسى عبر ذلك السور.

---

(\*) مصطلح إنجليزى يفيد أنك أصبحت معنا ومثلنا. (المترجم).

(\*\*) جاك دريدا Jacques Derrida (١٩٣٠ - ...) فيلسوف فرنسى اشتمل نقده للفلسفة الغربية على اللغويات والأدبيات والتحليل النفسى، وأفكاره تقوم على رفضه للبحث عن تأكيدات ميتافيزيقية لمصدر المعنى ولذلك نقد الفلسفة الغربية وقدم طريقة (إعادة التركيب) لقراءة كتب الفلسفة التى مكنته من تحديد الفروض الفلسفية والمسلمات المستخدمة حتى بمعرفة الفلاسفة الذين تعمقوا فى تقديم للميتافيزيقا. وكان من رأيه أنه بدلاً من الاعتقاد الفلسفى علينا القيام بتحليل اللغة باعتبارها بديل جذرى لكى تكون الفكرة الرئيسية الناجمة عن التحليل قادرة بذاتها على بعث أى فلسفة يمكن التساؤل عنها وحولها. (المترجم)

دافيد: بالتأكيد الأمر لا يستحق كل ذلك. نحن البوبريين نعتقد بترك نظرياتنا  
تموت في موقع أقدامنا. فقط ألق بالاستقراء من فوق السفينة بدلاً من ذلك.  
الملغز (السابق): سأفعل، سأفعل.

اصطلاحات :

الاستقراءى الغامض (أو الملغز): Crypto Inductivist	هو الشخص الذي يعتقد أن عدم صحة الاستقراء ينشئ معضلة فلسفية جادة وهي مشكلة كيف تقوم الاعتمادية على النظريات العلمية أو الوثوق بها.....
---	---

فيما يلي، ستجد الفرع الرابع من الفروع الأربعة التي تشكل في نظري نسيج  
الحقيقة، وتتمثل في نظرية التطور التي تجيب على سؤال: ما هي الحياة؟



## الفصل الثامن

### معنى الحياة



كان من الموثوق به منذ العصور القديمة إلى حوالى القرن التاسع عشر أن بعض القوى الخاصة أو العوامل كانت مُتطلبية لتبعث الحياة فى مادة الكائن الحى وتجعل المادة فيه تسلك بشكل مختلف وملحوظ عن أى مادة أخرى. وكان هذا يعنى من ناحية التأثير أن ثمة نوعين من المادة فى الكون: مادة حية ومادة أخرى ليست فيها حياة، وكل منهما تختلف عن الأخرى فى الخواص الفيزيائية على نحو أساسى. على سبيل المثال: كائن حى كالدب. إن الصورة الفوتوغرافية لدب تشبه الدب الحى فى بعض النواحي. وكذا يكون الأمر بالنسبة للأشياء الأخرى غير الحية كدب مات. بل وتشبه مجموعة الدب الأكبر (من النجوم) وإن كان ذلك بدرجة محدودة جداً. فقط المادة الحية هى التى يمكن أن تتعقبك وأنت تراوغها متنقلاً خلف الأشجار، ثم تمسك بك وتمزقك إلى أجزاء متفرقة. الأشياء غير الحية لا يمكن أن تفعل مثل ذلك العمل الهادف، أو هكذا فكر القدماء حيث لم يروا أبداً صاروخاً موجهاً.

كان الشئ الواضح والبارز بالنسبة لأرسطو وسائر الفلاسفة القدماء فى المادة الحية أنها قابلة لإنشاء الحركة. لقد اعتقدوا أن شيئاً غير حى مثل الصخرة مثلاً عندما تكون فى حالة راحة أو ثبات فإنها لا تتحرك أبداً ما لم يصطدم بها شئ. ولكن المادة الحية كدب فى حالة بيات شتوى يمكنه أن يكون فى حالة سكون كهذه وبعدها يبدأ فى الحركة دون أن يكون وراء ذلك اصطدام من أى نوع. وبفضل علومنا الحديثة نستطيع أن نجد ثغرات ما فى مثل هذه التعميمات، وفى فكرة إنشاء الحركة بالذات التى تبدو الآن كأنها غير مفهومة تماماً. نحن نعرف أن الدب يستيقظ بسبب عمليات كيميائية كهربية تجرى فى جسده. وهذه قد تنشأ لأسباب خارجية كارتفاع درجة الحرارة أو لأسباب داخلية مثل الساعة البيولوجية الداخلية التى تستخدم تفاعلات كيميائية بطيئة لحفظ الوقت. التفاعلات الكيميائية ليست أكثر من حركة الذرات، وهكذا فإن الدب لا يكون تماماً فى حالة سكون أو ثبات. ومن الناحية الأخرى فإن نواة اليورانيوم، التى هى ليست مادة حية بالتأكيد قد تبقى بدون تغيير لبلايين السنين وفجأة وبدون أى

حافز يثيرها على الإطلاق تنحل بعنف وتنفسخ وتتحطم. ولذا فإن المحتوى الاسمي لفكرة أرسطو يعتبر عديم القيمة في أيامنا هذه. ولكن كان لديه شيء واحد صحيح ومهم وإن كان أكثر المفكرين المحدثين قد فهموه على نحو خاطئ. في محاولته ربط الحياة مع مفهوم فيزيائي أساسى (دعنا من المفهوم الخطأ: الحركة) لاحظ أن الحياة تعد ظاهرة أساسية في الطبيعة.

تكون الظاهرة أساسية عندما يكون الفهم الكافى للعالم معتمداً على فهم تلك الظاهرة. الآراء تختلف بالطبع حول أى وجه من العالم يستحق أن نفهمه وبالتالي ما هو الأعمق والأكثر أساسية. البعض قد يقول أن الحب هو أكثر الظواهر أساسية في الحياة. بينما يعتقد آخرون أن الأهم هو حفظ كتب مقدسة معينة عن ظهر قلب، عندئذ يفهم المرء كل شيء يستحق الفهم. لكن الفهم الذى أتحدث عنه هو الذى تعبر عنه قوانين الفيزياء، وبصفة مبدئية تلك المنطقية والفلسفية منها. والفهم الأعمق هو الذى يكون أكثر عمومية ويساعدنا بمزيد من الصلات والعلائق بين الحقائق الظاهرة المتنوعة، ويشرح لنا أكثر الفروض غير المشروحة. إن أكثر الظواهر أساسية هى تلك الموظفة فى تفسيرات الظواهر الأخرى، ولكنها مشروحة بذاتها بواسطة قوانين جذرية ومبادئ متأصلة.

ليست كل الظواهر الأساسية ذات تأثير فيزيائى كبير. الجاذبية عكس ذلك وهى بالطبع ظاهرة أساسية. ولكن التأثير المباشر للتداخلات الكمية مثل نموذج الظلال الموصوف فى الفصل الثانى، ليس تأثيراً كبيراً. من الصعب استكشافه: الظلال وتأثيرها، بدون غموض أو التباس. ومع ذلك فقد رأينا أن التداخلات الكمية هى ظاهرة أساسية. فقط بفهمها نستطيع أن نفهم الحقيقة الرئيسية عن الحقيقة الفيزيائية، التى نسميها وجود الأكوان المتوازية. لقد كان واضحاً لأرسطو أن الحياة أساسية نظرياً وأن لها تأثيراً فيزيائياً كبيراً. وكما سنرى فقد كان محقاً ولو أنه كانت لديه الأسباب الخاطئة والمتمثلة فى الخاصية الميكانيكية المتميزة فى المادة الحية، والهيمنة على سطح

الأرض من خلال العمليات الحيوية. اعتقد أرسطو أن الكون يتكون من المحيط الحيوى (الحياة بمجالات نشاطها المختلفة) على الأرض بما فيه من أشياء صغيرة أخرى، ثم ما يطوق الأرض سماوياً: المحيط السماوى، ثم ما هو داخل الأرض وهكذا أخذ فى اعتباره ما فوق الأرض وما فى باطنها. إذا كان المحيط الحيوى على الأرض هو المكون المبدئى للكون عندك، فمن الطبيعى أن تفكر فى الأشجار والحيوانات على أنها على الأقل من الأهمية بمكان مثل الصخور والنجوم فى مخطط شامل للأشياء، وخاصة إذا كانت معرفتك ضحلة بالفيزياء والبيولوجيا. لقد جعلت الثورة الكوبرنيقية من الأرض تابعة أو ثانوية إزاء الشمس وهى غير حية. والمكتشفات التى تلت ذلك فى الفيزياء والفلك أطلعتنا على أن الكون ليس فقط واسعاً جداً بالمقارنة مع الأرض، وإنما أنه موصوف بدقة هائلة بواسطة القوانين التى تطوقه والتى لم تشر إطلاقاً إلى الحياة. نظرية تشارلز داروين(\*) Charles Darwin عن "التطور" شرحت معنى الحياة بمصطلحات لا تتطلب فيزياء خاصة ومن وقتها اكتشفنا الكثير عن تفاصيل ميكانيزم الحياة ولم نجد هناك فيزياء خاصة أيضاً.

هذه النجاحات المبهرة للعلم، قوانين نيوتن والفيزياء الناتجة عنها بصفة خاصة فعلت الكثير لجعل التصغيرية(\*\*) "reductionism" مبدأً جذاباً. منذ الإيمان بأن الحقائق المكشوف عنها ربما تتضارب مع العقلانية التى تحتاج مزيداً من الانفتاح على

---

(\*) تشارلز داروين Charles Robert Darwin (١٨٠٩ - ١٨٨٢) عالم إنجليزى طبيعى، استغرق عمله حول أصل الأنواع ٢٠ عاماً كاملة، وانتهى إلى كتاب بنفس العنوان (مترجم للعربية) لقى قبولاً واسعاً، الذى ضمنه نظريته الكبرى عن الانتخاب الطبيعى والبقاء للأصلح، والذى لم يعارضه وقتها سوى بعض المفكرين الدينيين لخلو الكتاب من عملية الخلق الإلهى، وجنوحه فيه إلى أن الحياة البشرية تتصرف كالحياة الفيزيائية. (المترجم)

(\*\*) التصغيرية "Reductionism" وتعنى المذهب القائل بالبحث عن صفات المواد بدلالة صفات مكوناتها أى البدء من الأكبر فالأصغر (أى من الجسيمات إلى الجزيئات ثم الذرات ثم الجسيمات دون الذرية كالإلكترونات والبروتينات والنيوترونات ثم مكونات هاتين الأخيرتين من قوارقات وجلونات بتنوعاتها =

النقد، ومع ذلك فإن كثير من الناس يتوق للأسس المطلقة للأشياء التي يمكن أن يعتقدوا فيها أو يصدقوها. إذا لم يحصلوا بعد على نظرية تتميز بالتصغير "عن كل شيء" لكي يعتقدوا فيها وبها، فهم على الأقل يطمحون إلى واحدة بهذا الشكل. لقد كان موثقاً به أن تراتبيه تتميز بالإنقاص في مجال العلوم، تتأسس على فيزياء الأصغر (دون الذرية)، هي متممة للنظرية العلمية للعالم، وأنها تتعرض فقط للانتقاد من قبل العلماء الزائفين وهؤلاء الذين يتمردون على العلم نفسه، ومنذ الوقت الذي كنت أتعلم فيه البيولوجيا في المدرسة، تغيرت حالة هذه المسألة إلى العكس مما ذهب إليه أرسطو بوضوحه. لم يكن منظورا للحياة على أنها أساسية على الإطلاق. مصطلح "الأحياء" أو "الطبيعة" كمواد دراسة والتي تعني "البيولوجيا" قد أصبحت من قبيل المفارقات التاريخية أو ما يحدث في غير زمانه. أساسياً الطبيعة هي "الفيزياء". ساكون مفرطاً في التبسيط على نحو ما إذا ميزت سمات النظرة السائدة كما يلي: الفيزياء لديها فرع منها هو الكيمياء التي تدرس التفاعلات بين الذرات، والكيمياء لديها فرع هو الكيمياء العضوية الذي يدرس مركبات عنصر الكربون وفي المقابل الكيمياء العضوية لديها فرع يدرس كيمياء العمليات التي نسميها "الحياة". هل لأننا موضوع هذه العمليات يجعل من أبعاد الفرع الأخير عن فكرة الأساسية" مثيراً أو ممتعاً بالنسبة لنا. وبالمقارنة فإن الفيزياء ينظر إليها على أنها مهمة وذاتية الأدلة بالنسبة لصدقها لأن الكون كله بما فيه الحياة يقوم بالأداء وفقاً لمبادئها.

أنا وزميلي في الفصل كان علينا تعلم - عن ظهر قلب - عدد من سمات الأشياء الحية. وهي كانت مجرد أوصاف. وكانت الإشارات قليلة لما هو أساسي من المفاهيم.

---

= التي تعددت وما زال البحث جارياً عن المزيد مما يمكن اكتشافه منها) وبكلمات أخرى: إمكانية التوصل إلى صفات الكل "الأكبر" بدلالة صفات الجزء "الأصغر". (المراجع)

واعترف أن "أبنية الجنون" كان واحداً منها، وهي جميعاً - وبالتعريف كانت مجرد صدى لفكرة أرسطو. وكان التنفس والتبرز من بينها أيضاً. وكان هناك أيضاً "إعادة الإنتاج" و"النمو" وتلك التي لا تنسى وأعنى بها "القابلية للتأثر" والتي تعنى أنك إذا اصطدمت بشيء فإنه يصطدم بك بدوره. تلك التي يفترض أنها من سمات الحياة كانت تقتقر إلى الأناقة وحذق التفكير وعمقه، وبشكل ما لم تُصنّف بدقة. وكما سيقول لنا دكتور جونسون. كل شيء حقيقى قابل للتأثر والتأثير "رد الفعل". ومن ناحية أخرى فإن الفيروس لا يتنفس، ولا ينمو ولا يُخرج، كما لا يتحرك إلا إذا اصطدم به شيء، ولكنه مع ذلك حى، والأحياء المصابون بالعقم ولو أنهم لا يعيدوا الإنتاج (ينجبون) فهم أحياء أيضاً.

السبب فى أن نظرة أرسطو وكذلك الكتب المدرسية قد فشلت فى أن تلتقط التمييز التصنيفى بين الأشياء الحية وغير الحية، دع عنك أى شيء له عمق، هو أنهما معاً افتقدا ما هى النقطة الرئيسية فيما هو حى (خطأ يمكن غفرانه لأرسطو لأنه فى وقته لم يكن ثمة من يعرف أكثر منه). البيولوجيا الحديثة لا تحاول تعريف الحياة عبر سمات فيزيائية تساهم أو تجعل وجوداً للحياة. لم نعد نتوقع مثل هذه الأشياء، لأننا الآن نعرف أن المادة الحية التى تشكل كائنات حية ليست هى أساس الحياة أنها مجرد واحدة من تأثيرات الحياة وأن أساس الحياة يتمثل فى الجزئيات التى تمهد أو تمكن لبيئات معينة أن تصنع نسخاً من هذه الجزئيات.

مثل هذه الجزئيات تسمى: "مُعبدى النسخ" وبشكل أعم فإن أى "معيد نسخ" هو الذى يحقق بيئات صالحة لنسخه هو ذاته. وليس كل "معبدى النسخ" هم جزئيات، أو على صلة، البيولوجيا على سبيل المثال: البرنامج الكمبيوترى الذى يعيد نسخ نفسه (مثل فيروس الكمبيوتر) هو من قبيل "معبدى النسخ". "النكته الجيدة" هى أيضاً من نفس الشاكلة لأنها تسبب وجود مستمعين لها يعيدونها على مسامع آخرين

وقد استطاع ريتشارد داوكنز(\*) Richard Dawkins أن يَنحُلَ أو يصك مصطلحاً: "ممه"(\*\*) Mem "وجمعها ممات (متناغماً مع قافية كلمة قشدة: Cream) قاصداً بها "معيدى النسخ" المتمثلة فى أفكار البشر مثل النكات و المزح. ولكن كل الحياة على الأرض تتوقف على "معيدى النسخ" من الجزئيات. وهى ما تسمى بالجينات. كما أن علم البيولوجيا هو دراسة الأصل أو الجذور وبناء وكيفية أداء تلك الجينات وأيضاً تأثيرها على المواد الأخرى. وفى معظم الكائنات الحية تتكون الجينات من متتابعة من جزئيات أصغر، حيث توجد أربعة أنواع مختلفة ترتبط مع بعضها فى سلسلة أسماء تلك المكونات الأصغر هى: أدينين adenine، سيتوزين cytosine، جوانين guanine، ثيمين Thymine. وعادة ما يتم اختصارهم إلى: (T,A,C,G). والاسم الكيميائى المختصر لآى سلسلة من أى عدد من جزئيات "T,A,C,G" وفى أى شكل تعرف بـ "الدنا: DNA".

الجينات فى أى برامج كمبيوترية ذات قيمة يُعبّر عنها كتوابع لـ "T,A,C,G" كرموز فى لغة معيارية تسمى شفرة جينية والتي مع تنوع طفيف هى مشتركة فى سائر مناحى الحياة على الأرض. (بعض الفيروسات تقوم على طراز له صلة، من الجزئيات RNA حيث تكون البريونات Prions، بمعنى ما، هى جزئيات بروتينية تعيد نسخ نفسها)، بناءات خاصة فى خلايا الكائن الحى تسلك كما لو كانت كمبيوترات لتنفيذ برامج هذه الجينات. هذا التنفيذ يتكون من صنع جزئيات معينة (بروتينات) من خلال جزئيات أبسط (الأحماض الأمينية) تحت ظروف خارجية معينة. مثلاً متتابعة

---

(\*) ريتشارد داوكنز Richard Dawkins (ولد عام ١٩٤١) عالم حيوان إنجليزى حاصل على الدكتوراه من أوكسفورد فى الحياة الحيوانية ويعمل أستاذاً مساعداً فى ذات المجال بجامعة كاليفورنيا ببيركلى - أول كتاب حقق له شهرة وهو أول مؤلفاته كان عن "الجين الأنانى The Selfish Gene" عام ١٩٧٦، ومن بين مؤلفاته بعد ذلك "نهر خارج عدن" و"تسلق جبل مرجح الحدوث". (المترجم)

(\*\*) "الممه" تعادل أو تكافئ كلمة "جين" ولكن تُستخدم الأولى فى سياق الدراسات الإنسانية والحضارية أو الثقافية، بينما يقتصر استعمال الأخيرة على الدراسات البيولوجية. (المترجم)



ATG هو بناء يدمج الحمض الأميني "methionine" في الجزيء البروتيني المصنوع.

وبالمثل فالجين يفتح كيميائياً في خلايا معينة بالجسد، ويعطى تعليماته لتلك الخلايا لتصنع البروتين المتطابق. على سبيل المثال فإن هرمون الأنسولين الذي يحكم مستويات السكر في الدم بالنسبة للحيوانات الفقارية هو من مثل ما قصده قبل بالبروتين المتطابق أو المتماثل. ولكي تصنع الجينة ذلك فهي حاضرة في كل خلايا الجسم تقريباً، ولكنها تفتح للعمل في خلايا معينة متخصصة في البنكرياس، وفقط عندما يحتاج الجسم إليها. وعلى مستوى الجزيء هذا هو ما يستطيع أن يرمجه الجين أى جين في كمبيوتره الخلوى لكي يفعل: صنع كيماويات معينة. ولكن الجينات نجحت في أن تصبح من "معيدى النسخ" لأنه في هذا المستوى المنخفض من البرمجة الكيميائية أضافت فيما هو طبقة فوق طبقة من التحكم وإعادة التغذية Feedback المعقدين والخاضعين لمستوى عالى رفيع من التعليمات. ومتصلاً بذلك فإن جينات الأنسولين والجينات التى لها علاقة بغلقها وفتحها تتعلق ببرنامج كامل من قواعد الدم فى مجرى الدم.

ويتشابه مع ذلك، هناك بعض الجينات المحتوية على تعليمات بكيف ومتى تقوم هى وجينات أخرى بنسخ أنفسهم وتعليمات لصنع مزيد من الكائنات الحية من نفس النوع، بما فيه كمبيوترات الجزيئات التى ستنفذ هذه التعليمات فى الجيل التالى. وهناك تعليمات أيضاً لكيف للكائن الحى ككل أن يستجيب للمُنْبَهات أو المثيرات، مثل: كيف ومتى يصطاد، يأكل، يحب (فعل الحب)، يقاتل أو يجرى هارباً... وهكذا...

الجين يمكن أن يقوم بإعادة النسخ فقط فى بيئات معينة. وبالتشبيه: بكُوة إيكولوجية "متصلة بالبيئة" (مجموعة البيئات التى يستطيع الكائن الحى البقاء فيها وأن يعيد الإنتاج، سوف استخدم مصطلح "الكُوة: niche" للتعبير عن مجموعة البيئات التى يمكن فيها لمعيد نسخ معين أن يكون سبباً فى إعادة نسخ نفسه. كوة جين الأنسولين

تشمل بيئات يتموضع فيها هذا الجين فى جزئيات الخلية مصحوباً بجينات أخرى معينة، والخلية نفسها متموضعة بدقة فى تسلسل وظائف الكائن الحى وفى موطن مناسب لهذا الكائن الحى لى يبقى حياً وأن يعيد الإنتاج. ولكن ثمة بيئات أخرى مثل معامل البيوتكنولوجيا "الهندسة الحيوية" حيث يتم تعديل الجينات لى تتطابق مع الجينات لتصبح مثل جين الأنسولين مثلاً. مثل هذه البيئات هى أيضاً جزء من الكوة البيئية للجين مثل عدد لا نهائى من البيئات الأخرى الممكنة التى تختلف جداً عن تلك التى أُطلقت منها الجين، أو نشأ فيها.

ليس كل ما يمكن أن يُنسخ هو من قبيل "معيد النسخ". معيد النسخ يتصادف أن يتسبب فى البيئة التى يمكن أن يُنسخ فيها، بمعنى أنه يساهم عمداً فى إنشاء البيئة التى ينسخ فيها. (مصطلحاتى هنا تختلف قليلاً عما استخدمه د. جونسون فهو يعتبر كل ما يمكن نسخه لى سبب كان هو معيد نسخ. ما أسميه أنا كذلك سيعتبره هو معيد النسخ النشط) وهذا معناه عموماً الذى يساهم اتفاقاً أو مصادفة فى شىء ما ينشئ ما سوف أعود إليه، إنما الذى أعنيه هنا هو أن ظهوره واتخاذ شكل معين لمعيد النسخ هو ما يصنع فرقاً بين ما إذا كانت عملية النسخ قد جرت أو لم تجر. وبكلمات أخرى فإن معيد النسخ لا نحكم عليه بمجرد ظهوره لنا كذلك، وإنما إذا كان قد حل محله أى شىء أو مصنوع آخر على الأقل، حتى لو كان مجرد شبيه له، وهذا الآخر لن ينسخ مرة أخرى. على سبيل المثال. فإن جينة الأنسولين تتسبب فى خطوة واحدة صغيرة فى العملية المعقدة الهائلة الخاصة بإعادة نسخها (وهى العملية الكاملة لدورة الحياة فى الكائن الحى). ولكن الأغلبية العظمى من الجينات المتنوعة لن تنشئ خلايا تصنع الكيمياء التى تشكل وظيفة الأنسولين. إذا كانت جينات الأنسولين فى خلايا أى كائن حى سوف تحل محلها مجرد جزئيات بسيطة مختلفة، سوف ينتهى الأمر بموت ذلك الكائن الحى (ما لم يتم الإبقاء على حياته بوسائل أخرى). وسوف يكون أيضاً فاشلاً فى أن يتكاثر (أى يصبح عقيماً) وهذه الجزئيات لن يمكن أن تعيد نسخ نفسها.

ومن ثم فإن عملية النسخ، تمت أو لم تتم، قد اختيرت بعناية لتكون حساسة للشكل الفيزيائي لجين الأنسولين، وعليه فإن ظهور الجين بما يجعله من قبيل معيد النسخ هو الشكل المناسب وموضعه الذى يجعل هناك فرقاً بين ما إذا كانت عملية النسخ قد جرت من عدمه، حتى ولو كانت ثمة أسباب أخرى لا تحصى تدخل كسبب فى عملية نسخه.

ومع تلك الجينات فثمة نتائج تابعة عشوائية من "T,A,C,G" تسمى أحياناً بـ "نفاية" الـ DNA تظهر بدورها فى كل DNA للكائن البشرى. وهى يتم نسخها وتميرها لذرية الكائن البشرى. وأياً ما كانت هذه النتائج يتم إحلالها بنتائج أخرى مساوية لها فى الطول فهى تظل يعاد نسخها ومن هنا يمكننا أن نستنتج أن نسخ هذه النتائج لا يعتمد على شكلها الفيزيائى المعين. وعلى عكس الجينات فإن هذه النتائج التابعة المعتبرة نفاية الـ DNA ليست من قبيل البرامج. إذا كانت لها وظيفة (وليس معروفاً إن كان لها وظيفة من عدمه) فلا يمكن أن تحمل أية معلومات من أى نوع. ولو أنه يتم نسخها إنما هى لا تساهم فى إعادة النسخ هذه وهى لذلك لا تعد من معيدات النسخ.

هذه مبالغة فى الواقع. كل ما يمكن نسخه لا بد على الأقل أن يساهم فى عملية إعادة نسخه. النتائج الثانوية النفاية للـ DNA والتي هى مصنوعة بدورها من الـ DNA والأخيرة هى التى تسمح بالكمبيوتر الخلوى لأن ينسخها والذى لا يمكنه أن ينسخ جزيئات غير الـ DNA وليس من قبيل التوضيح دائماً القول بأن أى شىء هو معيد نسخ إذا كانت مساهمته قليلة فى إعادة نسخه حتى ولو أنه على سبيل الكلام المباشر فإن اعتبار معيد النسخ على أنه كذلك هى فى النهاية مسألة درجة. وسوف أعرف "درجة التأقلم" لمعيد النسخ لبيئة معينة بأنها درجة مساهمته عمداً فى عملية إعادة نسخه فى تلك البيئة. إذا كان معيد النسخ قد تأقلم جيداً مع معظم كوته الأيكولوجية (بيئته الفيزيائية) يمكننا من ثم أن نصفه بأنه قد تأقلم جيداً مع الكوة. لقد رأينا تواتراً أن جين الأنسولين قد تأقلم بدرجة عالية مع كوته. النتائج الثانوية كنفاية الـ DNA لها درجة

تأقلم تافهة وغير جديرة بالاهتمام بالمقارنة مع جين الأنسولين أو أية جينات مساندة، ولكنها متوائمة بشكل أبعد مما تفعله أية جزيئات أخرى.

لاحظ أنه كى نحدد درجة التأقلم فليس علينا فحص معيد النسخ محل السؤال وحده ولكن يجب أن ننظر إلى مدى سلسلة من نظائره وكلما ازدادت حساسيته لإعادة النسخ فى بيئة معينة لشكله الفيزيائى، كلما كانت درجة تأقلمه لهذه البيئة أعلى. وأكثر معيدات النسخ تأقلماً (وهى وحدها التى تستحق أن تسمى "معيدات نسخ") تدفعنا إلى أن نأخذ فى اعتبارنا وبشكل عادل عدد قليل من التنوع، لأنها فى ظل التعدد التنوعى الواسع لن تظل معيدات نسخ. وهكذا نحن نتأمل أو نفكر ملياً فيما يحل محل معيد النسخ من أشياء واسعة الشبه معه. لكى نحدد مقدار تأقلم معيد النسخ لكل بيئة من بيئات الكوة، علينا أيضاً أن نأخذ فى اعتبارنا عديد من تنوعات البيئة كتتنوعات معيد النسخ. إذا فشلت أغلب تنوعات معيد النسخ فى أن يكون سبباً فى معظم بيئات الكوة ليعاد نسخه فيها، فإنه يستتبع ذلك أن شكل معيد النسخ ذاك هو سبب له معنى فى إعادة نسخ ذاته فى تلك الكوة. ومن الناحية الأخرى إذا استطاعت معظم تنوعات معيدات النسخ إعادة النسخ فى معظم بيئات الكوة، فإن شكل معيد النسخ هنا لن يشكل سوى فرقاً بسيطاً. لأن عملية النسخ ستتم على أية حال. فى هذه الحالة فإن مساهمة معيد النسخ فى العملية ستكون قليلة وبالتالي لن يكون عالى التأقلم مع الكوة.

وهكذا فإن درجة تأقلم أى معيد النسخ، لا تتوقف فقط على ما يفعله نحو بيئته الفعلية وإنما أيضاً لما سيفعله نحو عدد واسع من الموضوعات (التى أغلبها غير قائم) فى بيئات عديدة أخرى غير بيئته هو، لقد واجهتنا من قبل مثل هذه الخاصية الغريبة. وقوع المحاكاة فى الحقيقة التقديرية لا تعتمد فقط على استجابة الآلة فعلياً لما يفعله مستخدمها، وإنما أيضاً على الاستجابات التى لا تقوم بها، تجاه الواقعة للأشياء التى

لن يستجيب لها المستخدم فى الواقع هذا التشابه بين العمليات الحية والحقيقة التقديرية ليس من قبيل المصادفة، كما سأوضح بعد قليل.

أهم العوامل التى تحدد بيئة معيد نسخ هى فى العادة، أن إعادة نسخ الجين تعتمد على حضور جينات أخرى. على سبيل المثال: إعادة نسخ جينات الأنسولين فى دب لا تعتمد فقط على وجود بدن الدب أو وجود كل جيناته الأخرى فقط وإنما أيضاً على وجود بيئته الخارجية، من الجينات الأخرى للكائنات الحية. الدببة لا تستطيع البقاء بدون تغذية، والجينات التى تصنع هذه الأغذية موجودة فقط فى كائنات حية أخرى.

مختلف أنواع أو طرازات الجينات التى تحتاج تعاون غيرها من الجينات لتتم عملية إعادة النسخ عادة ما تعيش معا فى شرائط وسلاسل طويلة من الـ DNA الخاص بكائن حى. الكائن الحى هو ذلك النوع من الأشياء مثل حيوان أو نبات أو ميكروب - الذى نعتقد فى كل فترة من يومنا بأنه يتمتع بالحياة. وما قلته يستتبع أن "الحياة" هو ألطف وأكثر العناوين مجاملة عندما نطبقها على أعضاء الكائن الحى أنها شىء أكثر من الـ DNA. الكائن الحى بذاته ليس من "معيدى النسخ" إنه جزء من البيئة اللازمة لإعادة النسخ بل هو من أهم الأجزاء بعد الجينات. الذى يحافظ على بقاء تلك البيئة هو طراز القاطن أو المستوطن الذى يمكن أن يشغله الكائن الحى (مثل قمم الجبال أو أعماق المحيطات) وطراز الحياة المميزة التى يقوم بها هذا القاطن (مثل الصائد، أو الجهاز الذى يلقم الماكينة بأشياء معينة بعد ترشيحها Filter - Feeder) الذى يجعل الكائن الحى قادراً على البقاء لمدة كافية للجينات بحيث يعاد نسخها.

فى حديثنا اليومى نتحدث عن كائنات حية تعيد صناعة أو إنتاج نفسها، بالطبع، فهذه واحدة من "السمات التى يفترض أنها تميز الأشياء الحية". وبكلمات أخرى نحن نعتقد أن الكائنات الحية من قبيل "معيدات النسخ" ولكن هذا ليس دقيقاً. الكائنات الحية لا تُنسخ عبر عملية إعادة الإنتاج، والأبعد من ذلك أنها لا تسبب إعادة نسخهم.

إنهم ينشأون وبشكل طازج طبقاً للطبعة الأولية المتضمنة في الـ DNA الخاصة بالكائن الحي الذي هو والديهم. على سبيل المثال: إذا تغير شكل أنف الدب بسبب حادثة ما ربما يؤدي هذا إلى تغير في أسلوب حياة الدب وفُرصه في البقاء لكي ينتج نفسه ربما تتأثر إلى الأحسن أو الأسوأ. إذا ما كانت لديه فرصة الإنجاب فإن شكل أنوف ذرارية ستكون طبقاً للشكل الأصلي للأنف قبل الإصابة. أما لكي تحدث تغييراً في الجين ذو الصلة (إذا أجريت ذلك بعد إدراكك وفهمك للدب، ستحتاج فقط لتغيير جزيئي واحد) فلن تحمل ذريته الشكل الجديد للأنف بل ونسخ من الجينات المستجدة أيضاً. وهذا يوضح أن شكل كل أنف كان وراءه هذا الجين، وليس شكل أى أنف سابقة. وهكذا فإن شكل أنف الدب لن تصنع مساهمة اتفاقية في شكل أنف الذراري. ولكن شكل جينات الدب تساهم في عملية إعادة نسخها وفي شكل أنف الدب وشكل أنف ذرارية. وبشكل تقليدي فإن أنف الدب وموقعه (عرينه) يصنفان، على نحو له احترامه، على أنهما خواص حية وبدون حياة معاً. ولكن هذه التفرقة ليس لها أساس له معنى. لا فرق هناك أساسياً بين الأنف وموقعه. وبما أنهما من معيدات النسخ فلا فرصة هناك أن يؤثر ذلك على استمراريتها كذلك. الأنف وموقعه هما مجرد أجزاء في البيئة التي عبرها يتسنى لجينات الدب أن تعالج بجدارة إعادة نسخ ذواتهم.

هذا الأساس الجيني في فهم الحياة – أن الكائن الحي جزء من بيئة الجينات – أستخدم كأساس للبيولوجيا منذ دارون بل وكانت هي السائدة حتى على الأقل أواخر ستينيات القرن الماضي. ولم تفهم بالكامل حتى طبع ريتشارد داوكنز -Richard Dawkins كتابه "الجين الأناني" (\*) في عام ١٩٧٦ والمظهر الموروث الممتد "The extended phenotype" عام ١٩٨٢ .

---

(\*) هذا الكتاب: The Selfish Gene أقوم حالياً بترجمته إلى العربية لأهميته العلمية؛ حيث إنه رغم تاريخ نشره لأول مرة: ١٩٧٦ فقد أعيد طبعه المرة تلو المرة حتى تم الاحتفال بطبعته المزيّدة والمنقحة رقم ١٣ في العام الماضي ٢٠٠٨ ، وفي كل مره من إعادة طبعه كان يحوز صفة الكتب الأكثر مبيعاً ، وبما يدل على مرجعيته المعتبرة في مجال البيولوجيا. (المترجم)

أعود الآن للسؤال عما إذا كانت "الحياة" ظاهرة أساسية فى الطبيعة. لقد حذرت ضد الفرض "التصغيرى" بأن ظاهرة "الانبثاق"، مثل "الحياة"، هى بالضرورة أقل أساسية من تلك الظواهر الميكروسكوبية فى الفيزياء. وبصرف النظر عن كل ما ظلت أردده من أنه يبدو أن الحياة تشير إلى أنها مجرد أثر جانبي فى نهاية سلسلة طويلة من الآثار الجانبية. لأنها ليست مجرد تنبؤ من جانب البيولوجيا التى يمكن تصغيرها، من حيث المبدأ، إلى "الفيزياء". إنها على السطح منها، وأيضاً من تفسيرها. كما قلت، فإن النظريات الكبيرة الشارحة لدارون (وفقاً للرؤية الحديثة التى نشرها داوكنز، والكيمياء الحيوية الحديثة) هى ذات طبيعة "تصغيرية". إن الجزئيات - الجينات - هى مجرد جزئيات تطيع نفس قوانين الفيزياء والكيمياء كما لو أنها غير ذوات حياة. إنها لا تحتوى على عناصر خاصة ولا مساهمات فيزيائية خاصة. ولكنه يحدث فى بيئات معينة أنها تعيد نسخ ذواتها. وخاصية أنها من "معيدات النسخ" متوقف بشكل كبير على وجود قرينة على ذلك - بمعنى أنها تعتمد على تفاصيل يصعب تحليلها فى بيئة إعادة النسخ. جوهر إعادة النسخ يقوم فى بيئة ولا يقوم فى أخرى. وأيضاً خاصية التأقلم مع "كوة" إيكولوجية لا يعتمد على مساهمة بسيطة أو فعلية (متضمنة فى طبيعته) يملكها معيد النسخ وقت جريان عملية الإعادة، ولكن بمؤثرات قد تحدث مستقبلاً وفى ظل ظروف افتراضية وقتها (مثلاً فى ظل تعدد من البيئات). الخواص الافتراضية وتلك التى تحتاج إلى قرائن هى بالأساس اشتقاقية أو ثانوية، وبذلك من الصعب للمرء أن يرى فيها أن الظاهرة يمكن أن تسميها فقط بهذه الخواص على أنها ظاهرة أساسية فى الطبيعة.

وبالنظر للتأثير الفيزيائى للحياة. فإن النتيجة واحدة. تبدو تأثيرات الحياة بسيطة وجديرة بالالتفات عنها. لأن كل ما نعرفه أن الحياة لا توجد إلا فوق كوكب الأرض دون سائر الكون بالتأكيد نحن لم نرى دليلاً على وجودها فى مكان آخر، وبالتالي حتى مع الانتشار الواسع لتأثيراتها فإنها أصغر من أن تكون موضوعاً لإدراكنا الحسى. ما

نراه وراء الأرض هو كون نشط مضطرب بالأشكال والتنوعات، قوى، ولكنه ملىء بالعمليات غير الحية. مجرات تدور متعاقبة حول محاور. نجوم تتكاثف، تسطح، تتماوج بضوء خافق، تنفجر وتنهار، أجسام أقل من ذرية ذات طاقة هائلة، وأمواج تنساب في كل اتجاه من الجاذبية والكهرومغناطيسية، سواء كانت هناك حياة أولاً عبر هذه العمليات العظمى فلن تؤثر على هذه العمليات بأدنى صور التأثير. ويبدو أن الأمر سيكون على ما هو عليه حتى ولو لم تظهر الحياة أصلاً. لو كانت الأرض متضمنة في توهج شمسي كبير فليس لذلك أى معنى فلكي، محيطنا الأرضي والعضوي (الإحيائي) سيتحول فوراً إلى شيء مجذب وعقيم، وهذه الكارثة سوف يكون لها تأثير بسيط على الشمس كتأثير نقطة مطر على بركان ثائر. محيطنا الحيوي، من حيث كتلته أو طاقته أو بأي مقياس فيزيائي فلكي آخر مشابه، سيكون مجرد كسرة تافهة حتى بالنسبة للأرض، إذ أن من المسلم به فلكياً أن النظام الشمسي يتكون أساساً من الشمس وكوكب المشتري. أى شيء آخر (بما فيه الأرض) هو مجرد شوائب والأكثر من ذلك أن النظام الشمسي نفسه هو شيء تافه بالنسبة لمجرتنا (درب التبانة) التي هي بدورها أمر غير ملحوظ بالنسبة للكون المعروف. وهكذا يبدو الأمر كما وضعه ستيفن هوكينج(\*)

Stephen Hawking "الجنس البشري ليس إلا مجرد زبد أو جفاء كيميائي على كوكب متواضع الحجم يدور في مسار حول نجم عادي في ضاحية متطرفة لواحدة من بين مئات البلايين من المجرات".

تلك هي الرؤية السائدة في أيامنا هذه والتي تتمثل في أن الحياة، بعيداً عن كونها مركزية هندسياً ونظرياً وعملياً، فهي لا تكاد تكون ذات معنى يمكن فهمه أو إدراكه.

---

(\*) ستيفن هوكينج Stephen William Hawking (١٩٤٢ - ...) فيزيائي نظري إنجليزي - صاحب نظرية في انفجار البقع السوداء التي تقوم على أساس نظريتي النسبية وميكانيكا الكم، كما اقترح التشكل الذي وقع فور الانفجار الكبير فضلاً عن مساهماته بصفة عامة في مجال الفيزياء، والتي جلبت له - رغم مرضه الشديد - العديد من التشرifiات الاستثنائية، ومن أشهر مؤلفاته الموجودة في مصر - على حد علمي - "تاريخ موجز للزمان" والكون في قشدة جوز". (المترجم)



الإحيائية أو البيولوجيا فى هذه الصورة هى موضوع له نفس حالة الجغرافيا. معرفة تخطيط لمدينة أوكسفورد ليس مهماً إلا للقاطنين بهذه المدينة ولا يهم الذين لم يسبق لهم زيارتها. ويشبه ذلك ما يبدو أن الحياة هى خاصية لمنطقة، وربما مناطق ضيقة من الكون، هى أساسية بالنسبة لنا لأننا من الأحياء، ولكنها ليست أساسية سواء نظرياً أو عملياً فى المخطط العام للأشياء. وإن كان هذا المظهر من قبيل المراوغة أو المخادعة. ببساطة ليس صحيحاً أن الحياة ليست لها معنى من ناحية تأثيراتها الفيزيائية، ولا أنها اشتقاقية أو ثانوية من الناحية النظرية.

وكخطوة أولى لشرح ذلك دعنى أشرح أولاً ملحوظتى الباكورة بأن الحياة هى شكل لجيل من مولدات الحقيقة التقديرية. لقد استخدمت تعبير "حوسبة" على الميكانيزم أو الآلية التى تنفذ بها الجينات البرامج الكائنة فى الخلايا الحية ولكن هذا نوع من الاصطلاحات المنفلتة قليلاً. بالمقارنة مع الكمبيوترات ذات الهدف العام التى ننتجها صناعياً، إنها تفعل ما هو أكثر وما هو أقل. ليس سهلاً على المرء برمجتها للقيام بنظام كلمات أو تحليل عدد كبير من الأرقام. ولكن من ناحية أخرى هى تبذل جهداً فائقاً ورائعاً ودقيقاً فى التحكم التفاعلى على استجابات (الكائن الحى) إزاء بيئة معقدة لأى شىء قد يحدث له. وهذا التحكم موجه لتسبيب البيئة التى تمثل رد فعل الجينات بطريقة معينة (بمعنى أن تعيد النسخ) مثل أن شبكة التأثيرات على الجينات تكون على نحو ما - وبقدر الإمكان - مستقلة عما يحدث فى الخارج. وهذا أكثر من مجرد الحوسبة. إنه محاكاة للحقيقة التقديرية.

التناظر الوظيفى الذى أقمناه مع التقنية البشرية. الخاصة بالحقيقة التقديرية ليس متكاملًا. أولاً؛ ولو أن المسألة تتعلق بالجينات، تماماً مثلما يفعل مستخدم الحقيقة التقديرية داخل بيئة إنشائها بالكامل وسلوكها محدد بواسطة برنامج (وفى حالة الجينات فهى تحتوى على هذا البرنامج) إلا أن الجينات لا تقوم بتجريب أو اختبار هذه البيئة لأنها فاقدة الحس والخبرة. وهكذا فلو أن الكائن الحى يحاكي حقيقة تقديرية

بواسطة جيناته، فهي محاكاة بدون مشاهدين. ثانياً: الكائن الحي لا يحاكي وإنما يتم صنعه. ليس الأمر أننا نغش الجينات بأن ثمة كائن حي في الخارج. الكائن الحي هو في الخارج حقيقة.

ومع أن هذه الفروق مهمة. فكما قلت فإن كل محاكاة للحقيقة التقديرية هي فيزيائياً تصنع البيئة التي تتم محاكاتها. ما هو داخل مولد حقيقة تقديرية يقوم بعمل المحاكاة هو بالتحديد بيئة حقيقة، مصممة لتكون حائزة على الخواص المحددة في البرنامج.

كل ما يحدث أننا نحن المستخدمين نختار تفسير المسألة على أنها بيئة مختلفة يتصادف أننا نشعر تجاهها بنفس الشعور. أما بالنسبة لغياب المستخدم، ودعنا نكون صرحاء، وواضحين، ما هو دور المستخدم للحقيقة التقديرية. أولاً هو "يصطدم" بالبيئة التي تجري محاكاتها، والتي ترد له الاستجابة في المقابل Kick him Back وبكلمات أخرى يتفاعل مع البيئة بطريقة تلقائية واستقلالية. في الحالة البيولوجية هذا الدور يحققه المستوطن الخارجي. ثانياً: أنه يمد العملية بالانتباه اللازم لعملية المحاكاة. بمعنى أنه يعطى بعض المعنى للحديث عن حالة خاصة بعد المحاكاة هل كان ثمة اصطلاحات للدقة قد تمت أم ثمة ما زالت العملية محتاجة إليه. لقد قلت أن مسألة الدقة هذه في مجال المحاكاة هي نهاية كما يفهمها المستخدم بالنسبة للبيئة التي تمت محاكاتها بالفعل وبين البيئة التي كان يقصدها. ولكن ماذا تعنى الدقة بالنسبة لمحاكاة لم ينتويها أحد ولا أحد يفهمها؟ إنه يعنى درجة تأقلم الجين مع "كُوْتِه". يمكننا هنا أن نستدل أنه ثمة نية لدى الجينات لمحاكاة بيئة ستمكنهم من إعادة نسخ ذواتهم، منذ نظرية دارون عن التطور. الجينات تصبح هامة إذا لم تمثل دور "النية" بكفاءة وتصميم مثلها مثل باقى الجينات المتنافسة.

ولذا فإن المحاكاة فى العمليات الحية وفى الحقيقة التقديرية تتنحى فيها تلك الخلافات البادية على سطحها جانباً لكنهما يقومان بنفس العملية. كلاهما

يتعلق (ومتضمن فيزيائياً) بالنظريات العامة عن البيئة. وفي الحالتين فإن هذه النظريات هي للتحقق والانتباه لهذه البيئات والسيطرة عليها والتفاعل معها وهو ما لا يعتمد فقط على مظهرها اللحظي وإنما أيضاً على استجابتها التفصيلية لكل محفز عام.

الجينات تنطوي على معلومات عن كواتها. كل شيء له معنى أساسى حول ظاهرة الحياة يعتمد على هذه الخاصية وليس إعادة النسخ فى حد ذاته. وهكذا لا نستطيع الآن أن نتقدم بالمناقشة إلى ما وراء "إعادة النسخ". من حيث المبدأ يمكننا أن نتخيل نوعاً من الكائنات جيناته غير قادرة أو قابلة لإعادة النسخ. وإنما بدلاً من ذلك تكون متأقلمة على إبقاء شكلها الفيزيائى دون تغيير بعملية متصلة من الصيانة الذاتية وحماية نفسها من أى نفوذ خارجى. مثل هذا الكائن لا يمكن أن ينبثق طبيعياً، وإنما يمكن إنشاؤه صناعياً ومجرد أن درجة التأقلم لدى "معيد النسخ" يتم تعريفها على درجة مساهمته عمداً أو اتفاقياً مع عملية إعادة النسخ، فإننا يمكن تعريف درجة تأقلم هذه الجينات غير القابلة لإعادة النسخ بأنها درجة ما تساهم فيه فى عملية بقائها فى شكل معين. تخيل كائناً ما حُفَزَت جيناته أو كان محتفظاً بها فى قطعة من الماس فى شكل نموذج. الماس العادى له شكل عشوائى ويمكنه أن يبقى لدهور فى مختلف الظروف ولكن ذاك الشكل ليس مهيئاً للبقاء لأن أى قطعة ماس أخرى مختلفة الشكل سوف تعيش فى ظل ذات الظروف أيضاً. ولكن لو أن قطعة الماس المحتوية على جينات كائن افتراضى تسببت للكائن الحى أن يتصرف بطريقة، مثلاً، قام فيها بحماية سطح الماسة من التآكل والصدأ فى بيئة معادية أو مضادة أو قام فيها بالدفاع عن الماسة فى مواجهة كائن آخر يرغب أو يحاول إدخال معلومات مختلفة إلى قلب الماسة. أو ساعدها ضد محاولات اللصوص الذين سيقومون بتقطيعها فى شكل أحجار كريمة مصقولة، وبالتالي ستكون مسكونة بتأقلم عبقرى للبقاء فى تلك البيئات (من بين المصادفات، أن الأحجار الكريمة تحوز درجة من التأقلم للبقاء فى بيئة أرضنا الحالية. البشر

يبحثون عن الماس البكر غير محدد الشكل لتغيير شكله إلى تلك القطع من الأحجار الكريمة. وفي نفس الوقت عندما يسعون وراء الأحجار الكريمة يحتفظون بها على ما هي عليه من شكل وهكذا ففي مثل هذه البيئة يساهم شكل الماس اتفاقياً في عملية بقاءه).

عندما تتوقف صناعة هذه الكائنات الصناعية، فإن عدد فرص جينات كل منها في عدم إعادة النسخ تكاد تنعدم، لن يحدث لها أى إكثار أو انتشار مرة أخرى أبداً. ولو حتى تناقصت قطالما كانت المعلومات التى تحتويها كافية لها لتسن استراتيجية بقاءها فى الكوة التى تشغلها. وأخيراً فإن تغييراً كبيراً لدرجة كافية فى القاطن أو إنهاك بسبب أية أحداث، فربما تنمحي الكائنات، وربما أيضاً تبقى للمدة الطبيعية التى يبقاها النوع. الجينات فى هذا النوع تشارك الجينات الحقيقية فى خواصها ما عدا إعادة النسخ. وبصفة خاصة هى تتضمن فى تكوينها المعلومات الضرورية لمحاكاة كائناتها العضوية بالضبط كما تفعل الجينات الحقيقية.

إنها مسألة "بقاء المعرفة" وليس بالضرورة بقاء الجينات أو أى موضوع فيزيائى آخر، ذلك هو العنصر الشائع الذى يفرق بين جينات تحوز خاصية إعادة النسخ وأخرى لا تحوزها. وبشكل مباشر هى قطعة معرفة أكثر من أنها موضوع فيزيائى يتأقلم أو لا يتأقلم مع كوة معينة. إذا ما تأقلمت فستكون حائزة على الخاصية الداخلة ضمن تركيب الكوة، وستكون رغبة فى البقاء على ما هى عليه. ومع وجود معيد نسخ فإن المادة الفيزيائية المشتمة عليه ستظل تتغير، ونسخة جديدة مشابهة من مكونات ليست لها خاصية إعادة النسخ سوف تظهر فى كل مرة يتم فيها النسخ. معلومات عدم إعادة النسخ ربما أيضاً تشملها بنجاح أشكال فيزيائية متنوعة مثلما تنقل مجموعة أصوات مسجلة إلى شريط ممغنط ومؤخراً إلى إسطوانة مدمجة. المرء يستطيع أن يتخيل كائن حى صناعى قائم على أساس عدم إعادة النسخ سوف يقوم بمثل هذا النوع من العمل آخذاً كل فرصته فى نسخ المعلومات فى جيناته عبر أكثر الوسائط

الآمنة المتاحة. ربما فى يوم من الأيام ستمكن الأجيال القادمة من صنع أو تحقيق ذلك.

أعتقد أنه من الخطأ أن نقول على هذه الكائنات العضوية من هذا النوع الافتراضى بأنها غير حية، ولكن المصطلحات هنا ليست بذات أهمية. المسألة أنه بالرغم أن كل الحياة المعروفة تقوم على أساس إعادة النسخ، فإن ما تدور حوله ظاهرة الحياة فعلاً هو "المعرفة". إننا نستطيع أن نضع تعريفاً للتأقلم بمصطلحات مباشرة من المعرفة. كل جوهر ما يتأقلم مع كوة إذا كانت مشتملة على معلومات تجعل الكوة سبباً فى بقاء هذه المعلومات فى حالة وجود. الآن قد اقتربنا من لماذا الحياة أساسية. الحياة تدور حول التضمن أو الاشتمال الفيزيائى للمعرفة، وفى الفصل السادس مررنا على قانون فيزيائى، مبدأ تورنج، والذي يدور بدوره حول الاشتمال الفيزيائى على المعرفة. إنه يقول أن من الممكن تضمين قوانين الفيزياء كما تستخدم فى أى بيئة ممكنة فيزيائياً فى برامج مولدات الحقيقة التقديرية. الجينات هى هذه البرامج ليس هذا فقط بل أيضاً كل برامج الحقيقة التقديرية الموجودة، والتي ستوجد هى مؤثرات مباشرة أو غير مباشرة على الحياة. على سبيل المثال فإن برامج الحقيقة التقديرية التى تجرى فى أجهزة كمبيوتراتنا وفى أدمغتنا هى ذات تأثير غير مباشر على الحياة البشرية. وهكذا فالحياة هى وسائل، ربما وسائل ضرورية. لهذه التأثيرات كى تشير من خلالها إلى أن مبدأ تورنج مزروع فى الطبيعة.

هذا يعد مشجعاً، ولكنه ليس كافياً تماماً لتدعيم فكرة أن الحياة ظاهرة أساسية. لأننى لم أنته بعد من إنشاء فكرة أن مبدأ تورنج نفسه يحوز حالة القانون الأساسى. قد يحاول أى متشكك فى أنه كذلك وربما يأخذ هذا المتشكك وجهة النظر القائلة بأن المعرفة هى جزء ضيق وأنها مفهوم أنثروبولوجى مركزى (العلم القائم على مركزية الإنسان فى الكون) أكثر من أنه مبدأ أساسى أى أنه واحد من الأشياء المفهومة لنا بسبب ما نحن عليه: حيوانات تنشى كُوَاتها الأيكولوجية المعرفة وتستخدمها ولكنها غير

مفهومة بالمعنى المطلق. وبالنسبة لدب الكوالا "Koala" الذى تعتمد كوته الأيكولوجية على أوراق شجر الإيكالبتوس eucalyptus الإيكالبتوس له معنى فى المعرفة التى يستخدمها فرد الهوموسابيان "homosapiens" الذى هو النوع البشرى أو الإنسان، المعرفة إذن لها معنى.

ولكن هذا المتشكك على خطأ. المعرفة ليست لها معنى فقط للنوع البشرى وليست فقط على كوكب الأرض. لقد قلت أن أى شىء له أو ليست له تأثيرات واسعة فيزيائياً ليس ذلك هو الأمر الفصل فيه بقدر ما يكون الفصل فى هل هو أساسى فى الطبيعية أو أن له صلة بذلك. دعنا فى ذلك نأخذ فى اعتبارنا تأثيرات المعرفة الفلكية.

نظرية تطور النظام النجمى - بناء وتطور النجوم - هى واحدة من قصص النجاح فى العلم (لاحظ هنا الصدام بين المصطلحات كلمة "التطور" فى الفيزياء تعنى "النمو" أو ببساطة "الحركة" وليس التنوع والانتقاء). منذ قرن مضى حتى ولو أن مصدر طاقة الشمس لم يكن معروفاً، كانت أفضل فيزياء وقتها تقدم فقط النتيجة الزائفة بأنه مهما كان مصدر طاقة الشمس فإنها لن تكون قادرة على التوهج لأكثر من مائة مليون سنة. من المثير أن الجيولوجيين وعلماء الباليونتولوجى Palaentologists(\*) يعلمون الآن من أدلة إحفورية عما كانت عليه الحياة بأن الشمس ظلت متوهجة وتنشر توهجها ذاك على الأرض لما لا يقل عن بليون سنة. وبعد ذلك تم اكتشاف الفيزياء النووية وطبقت بتفصيل كبير على فيزياء ما هو بداخل النجوم. ومن وقتها نضجت نظرية النظام النجمى. نحن نفهم ما الذى يجعل النجم متألّقاً. ونحن نستطيع التنبؤ بدرجة الحرارة واللون ومدى السطوع والقطر لكل مرحلة فى تاريخ النجم، ولأى مدى

---

(\*) علماء الإحاثة أو الاستدلال على المعلومات من الأحافير التى يعثرون عليها (المؤلف).

بقيت هذه المرحلة، وعلى أية عناصر يقوم عليها التحول النووي وهكذا. هذه النظرية قد ولدت عبر ملاحظتنا للشمس والنجوم، كما تم إخضاعها للاختبار.

نستطيع أن نستخدم النظرية في التنبؤ بمستقبل تطور الشمس. هذا التنبؤ يقول أن الشمس سوف تستمر في توهجها باستقرار عظيم لمدة خمسة بلايين أخرى من السنين أو حولها، وحينئذ تتمدد إلى مائة مثل مقياسها الحال لتصبح نجماً أحمرًا عملاقًا، وعندئذ تنبض، تتموج وتتحول إلى ضياء متعاطم مستعر ثم تنهار وتبرد، وأخيراً تتحول إلى قزم أسود. ولكن هل سيحدث كل هذا للشمس؟ هل كل نجم تشكل منذ بضعة ملايين من السنين قبل الشمس وله نفس حجمها ونفس تكوينها تحول بالفعل إلى عملاق أحمر كما تتنبأ النظرية؟ أم من الممكن أن ثمة عمليات كيميائية ذات معنى وواضحة على كواكب أصغر تدور في مدارات حول تلك النجوم أن تغير مجرى العمليات النووية والمتعلقة بالجاذبية لتصبح ذات حجم وطاقة أكثر وهائلين؟

إذا أصبحت الشمس نجماً أحمرًا عملاقًا سوف تبتلع الأرض وتدمرها. وإذا كان خلفاء لنا فيزيائياً أو عقلياً قد استمروا في التواجد على الأرض في ذاك الوقت ربما لن يرغبوا في حدوث مثل ذلك، وربما يصنعون ما في وسعهم لمنع حدوث ذلك.

من الواضح أنهم لن يكونوا قادرين على ذلك. بالتأكيد لأن تقنياتنا الحالية أضعف من أن تقوم بالمهمة وبعيدة أيضاً عن ذلك ولكن لا نظريتنا عن تطور النظام النجمي ولا أى فيزياء نعرفها تعطينا سبباً للاعتقاد بأن مثل تلك المهمة مستحيلة. على العكس نحن نعرف، وبكلمات فضفاضة، والذي نريده للمهمة وما الذي سيتعلق بها (بمعنى، إزاحة المادة عن الشمس) ولدينا عدة بلايين من السنين لنصح ونكامل خططنا "المسلوقة" ونجعلها محلاً للعمل الفعلي، وإذا استطاع خلفاؤنا إنقاذ أنفسهم بهذه الطريقة، فإن نظريتنا الحالية عن تطور النظام النجمي عندما تستخدم أو تطبق على نجم بعينه، الشمس، ستعطينا الإجابة الخاطئة تماماً. ولماذا تعطينا إجابة خاطئة فلأنها لم تأخذ في حسابها تأثير الحياة على تطور النظام النجمي. فقط أخذت في اعتبارها تأثيرات

أساسية فيزيائية مثل القوى النووية والكهرومغناطيسية والجاذبية والضغط الإشعاعي والهيدروستاتيك، ولكن ليس الحياة.

ويبدو أن المعرفة المتطلبة للسيطرة على الشمس بهذه الطريقة لا تميل إلى أن تبرز بناء على التصنيف الطبيعي وحده، وهكذا لا بد وبالتحديد أن تكون ثمة حياة ذكية هي التي ستبدو بارزة ويتوقف عليها مستقبل الشمس. والتي من خلالها تتم الإشارة إلى أن مبدأ تورنج متجذر في الطبيعية. الآن ربما يكون موضوعاً لمناقشة ذلك الفرض غير المدعوم بأن الذكاء سوف يكون قائماً على الأرض لبضعة بلايين السنين، وإذا كان قائماً فسوف يمتلك المعرفة اللازمة للسيطرة على الشمس وهذا فرض آخر إضافي. النظرة الجارية أن الحياة الذكية على الأرض الآن تعاني من خطر تدمير نفسها، إن لم يكن عبر حرب نووية فبسبب كارثة تأثيرات جانبية للتقدم التقني أو الأبحاث العلمية. والبعض يعتقد أنه إذا استمر الذكاء على الأرض فذلك لأنه سيقمع التقدم التقني. وهكذا فربما يخشون أن تنمية تقنياتنا يتطلب ضبطاً للنجوم وهو ما يتضارب مع البقاء لمدد أطول كافية لاستخدام تلك التقنية، وبالتالي فإن الحياة على الأرض مقدرة سلفاً بطريقة أو أخرى وبحيث لا تؤثر على تطور الشمس.

أنا على يقين بأن مثل هذا التشاؤم مضلل الاتجاه، وكما سأشرح في الفصل ١٤ أن هناك سببا لحدس وتخمين بأن خلفاءنا سوف يسيطرون على الشمس في نهاية المطاف وأكثر من ذلك أيضاً رغم الاعتراف بأننا لا نستطيع التنبؤ لا بتقنيتهم ولا برغباتهم. ربما يختاروا إنقاذ أنفسهم بالهجرة من المجموعة الشمسية، أو بتجميد الأرض، أو بعدد من الطرق غير مفهومة لنا وليس من بينها التأثير أو العبث مع الشمس. ومن ناحية أخرى ربما يرغبون في التحكم في الشمس بأقرب مما يتطلبه منع تحولها إلى مرحلة النجم الأحمر العملاق (على سبيل المثال: بتسخير طاقتها على نحو أكفأ أو استنزاف مادتها الأولية بما من شأنه إنشاء مزيد من الأماكن للعيش فيها). ما علينا. النقطة التي أحاول إبرازها هنا لا تعتمد على قدرتنا على التنبؤ بما سيحدث،



وإنما أن الذى سيحدث سيعتمد على المعرفة التى ستكون لدى هؤلاء الخلفاء، وكيف سيكون اختيارهم لاستخدامها وتطبيقها. وهكذا لا يتسنى للمرء أن يتنبأ بمستقبل الشمس دون أن يأخذ فى اعتباره مستقبل الحياة على الأرض، وتحديدًا مستقبل المعرفة. بقاء لون الشمس لعشرة بلايين سنة طالما يعتمد على الجاذبية والضغط الإشعاعى والحمل الحرارى وأطروحة القوة النووية. إنه لا يعتمد بالمرّة على جيولوجيا كوكب الزهرة ولا كيمياء المشتري ولا نموذج الحفر على القمر. إنه يعتمد على ما سيحدث للحياة الذكية على كوكب الأرض أنه يعتمد على السياسة والاقتصاد ونتائج الحروب. إنه يعتمد على ما يفعله الناس: ما هى القرارات التى يصنعوها، ما هى العضلات التى يحلون بها، ما هى القيم التى يتبنونها، وكيف يسلكون تجاه أبنائهم.

المرء لا يمكنه تجنب هذه النتيجة: تبني نظرية متشائمة عن مشهد بقائنا. مثل هذه النظرية لا تأتي من أى قانون فيزياء أو أى مبدأ أساسى نعرفه، ويمكن تقويمها فقط بمستوى عالٍ من المصطلحات البشرية (مثل أن المعرفة العلمية قد سبقت المعرفة الخلقية، أو شيء من هذا). ولذا فإن الجدل انطلقًا بمثل هذه النظرية يمكن للمرء أن يستدل منه بوضوح أن النظريات عن الشئون البشرية ضرورية لصنع تنبؤات فيزيوفلكية، وحتى لو فشل الجنس البشرى، فى تلك الواقعة وتكالت جهوده للبقاء بعدم البقاء، هل يمكن تطبيق النظرية المتشائمة على الذكاء خارج نطاق الأرض فى سائر الكون؟ إذا لم يكن - إذا كان ثمة حياة ذكية، فى مجرة ما أمكنها أن تنجح فى البقاء لعدة بلايين من السنين - فإن الحياة لها معنى فى تطور الفيزياء، بمعناها الأشمل والأعم فى أرجاء الكون كله.

عبر مجرتنا وعبر متعدد الأكوان يعتمد تطور النظام النجمى على أين ومتى تنبع الحياة الذكية، وإذا كان الأمر كذلك فعلى نتائج حروب هؤلاء الأذكىاء وعلى كيف يعاملون أبنائهم. ويمكننا التنبؤ مثلاً بشكل مبدئى بأى نسبة توجد النجوم الملونة بألوان مختلفة (وبشكل أكثر تحديداً النجوم ذات الأطياف المختلفة عبر المجرة). ولكى نفعل

ذلك علينا أن نضع بعض الفروض عن مدى وجود حياة ذكية هناك، وما الذي تفعله (أساساً إذا لم تكن كثرة من النجوم قد انطفأت). في هذه اللحظة فإن ملاحظتنا متفقة على أنه ليس ثمة حياة كذلك خارج نظام مجموعتنا الشمسية. وعندما يتم تصحيح نظرياتنا أكثر عن بناء مجرتنا، سوف نكون قادرين على صنع تنبؤات أكثر تحديداً، ومرة أخرى فقط على أساس الافتراضات عن توزيع وسلوك الذكاء في المجرة. وإذا لم يتم تصحيح هذه الفروض سوف تكون تنبؤاتنا خاطئة كما لو أخطأنا في تكوين الغازات بين النجمية أو في كتلة ذرة الهيدروجين. وإذا اكتشفنا شذوذات معينة في الطرازات المشهودة فإن هذه يمكنها أن تكون أدلة على مظهر الذكاء في المجالات خارج الأرض.

الكونيّان (نسبة إلى علوم الكون) جون بارو<sup>(\*)</sup> John Barrow وفرانك تبلر Frank Tipler ركزا اعتبارهما في التأثيرات الفيزيوفلكية التي ستكون في الحياة لو استمرت في البقاء بعد الوقت الذي<sup>(\*)</sup> ستصبح فيه الشمس مارداً أحمرّاً. وجدا أن الحياة أخيراً سوف تحدث تغييرات مهمة ونوعية في بناء المجرة ومتأخراً بعدها في بناء الكون كله (سوف أعود لهذه النتائج في الفصل ١٤). ومرة أخرى، عندما تكون هناك أي نظرية حول بناء الكون في شكلها العام أو في مراحلها الأولية فلا بد أن يكون لها وضع بالنسبة لما ستكون عليه الحياة وقتئذ. ليس ثمة مهرب من ذلك: مستقبل تاريخ الكون

---

(\*) جون بارو John Barrow (مولود ١٩٥٢) إنجليزي حاصل على الدكتوراه من أكسفورد في الفيزياء الفلكية ويعمل أستاذاً في قسم الرياضة التطبيقية والفيزياء النظرية، ويتركز أبحاثه على النماذج الكونية وطبيعة الثوابت الفيزيائية حيث يسعى دوماً لفهم كيف يعمل العالم ويرى أن الكيمياء هي فيزياء بالفعل، وأن البيولوجيا أكثر من مجرد فرع من التاريخ الطبيعي، ومما يذكر أنه بسبب بحوثه في الحقائق الروحية فإن له وجهة نظر تقول بأن كلاً من المفاهيم الدينية والنماذج العلمية تعطينا حقائق محدودة، وكما لم تلغ النسبية العامة لأينشتاين نظرية الجاذبية لنيوتن فإن الحقائق الدينية لا تلغى أو تستبعد التقريبات والتشابهات الجزئية في مفاهيم البشر عن المقدس. كما ألف عدة كتب تناولت جذور التطور في الكون، وغير الممكن، وحدود العلم وعلم الحدود، واليد اليسرى للخلق، وحدود الإدراك البشري، والمبدأ الأنثروبولوجي وغيرها (حوالي ١٧ مؤلف). (المترجم)

يعتمد على مستقبل تاريخ المعرفة. اعتاد الفلكيون على الاعتقاد بأن الأحداث الكونية لها تأثير ونفوذ على الشئون البشرية. بينما اعتقد العلم لعدة قرون أنه ليس لأيهما نفوذ على الآخر. الآن نحن نرى أن الشئون البشرية هي التي لها تأثير ونفوذ على الأحداث الكونية.

يستحق الأمر أن نوجه انتباهنا على ما انحرفنا أو ضللنا في فهمه عن التأثير الفيزيائي للحياة. لقد كان ذلك بجعلنا له في حيز ضيق (ومن السخرية أن القدماء حاولوا تجنب تلك الأخطاء بجعل الأمر في حيز أكثر ضيقاً)، في الكون كما نراه، لم تؤثر الحياة على أي شيء فيزيوفلكي له معنى. أيًا كان الأمر فإننا لا نرى إلا الماضي، وفقط الماضي القريب منا من حيث الحيز المكاني الذي نرى تفصيلاته. وكلما نظرنا أكثر توجهنا أكثر للخلف وتقل التفصيلات التي نراها. ولكن حتى للماضي كله - تاريخ الكون منذ الانفجار الكبير وحتى الآن - فهو مجرد جزء صغير من الحقيقة الفيزيائية. وهناك تاريخ طويل سيمضي من الآن حتى الانسحاق الكبير (إذا حدث ذلك) وربما أكثر من ذلك عند الحديث عن الأكوان الأخرى. لا يمكننا ملاحظة كل ذلك أو أيًا منه ولكننا عندما نطبق أفضل نظرياتنا على مستقبل النجوم والمجرات والأكوان الأخرى، سنجد مدى كبيراً لتأثير الحياة، في المستقبل البعيد للهيمنة على كل ما يحدث، تماماً كما هو حادث الآن في مسألة الهيمنة على جو الأرض أو محيطها الحيوي.

الجدل التقليدي عن عدم أهمية الحياة يعطى وزناً كبيراً للأحجام الكبيرة للأشياء مثل الحجم والكتلة والطاقة. وكانت هذه مقاييس للفيزياء الفلكية ذات المعنى بالنسبة للجزء الذي يمثل الماضي والحاضر. ولكن ليس هناك سبباً في الفيزياء لأن يستمر ذلك على نفس النحو، والأكثر من ذلك أن المجال الحيوي للأرض يمدنا بأمثلة متواجعة ومتعارضة في التطبيق العام لمقاييس المعنى هذه. وعلى سبيل المثال فقد كانت كتلة الجنس البشري في القرن الثالث قبل الميلاد تقدر بحوالي عشرة ملايين طن. ولذلك فللمرء أن يخرج بنتيجة من ذلك بأن هذه العملية الفيزيائية لا تشبه أن تكون حدثت في

القرن الثالث قبل الميلاد وما يتعلق بكثير من الأزمنة في حركتها في حين لم يتأثر معنى الكتلة في غياب الجنس البشرى. ولكن سور الصين العظيم الذى تبلغ كتلته حوالى ثلاثمائة مليون طن قد بنى فى حوالى تلك الفترة. تحريك ملايين الأطنان من الصخور هو عمل يقوم به البشر فى كل زمان. فى أيامنا الحالية تحتاج لبضع عشرات من البشر لحفر مليون طن لنفق أو إنشاء سكة حديد (هذه النقطة تظهر بقوة أكثر لو أجرينا مقارنة عادلة بين الكتلة التى يتم نقلها من الصخور وبين الجزء الرفيع من أدمغة المهندسين أو الأباطرة التى تحوى مجرد الفكرة أو المِـمات "memes" التى تتسبب فى نقل الصخور). الجنس البشرى ككل (أو إذا شئت مخرونة من المِـمات) ربما لديه المعرفة الكافية لتدمير كل الكواكب إذا كان بقاءه يعتمد على مثل هذا العمل. حتى الحياة غير الذكية شكلت فى كثير من الأوقات كتلتها الكلية حول سطح وفى جو الأرض. كل الأوكسوجين فى جونا - على سبيل المثال حوالى ألف تريليون طن - قد أنشئ بمعرفة النباتات ولذلك كان أثراً جانبياً لإعادة النسخ للجينات، الجزيئات التى نشأت عن جزئ واحد مثلاً. الحياة تحقق تأثيراتها ليس بأن تكون أكبر أو أضخم أو أكثر طاقة أكثر من أية عمليات فيزيائية وإنما بأن تكون أكثر معرفة وقابلة لها. وبمصطلحات التأثير الفادح على مخرجات العمليات الفيزيائية، فالمعرفة على الأقل لها معنى مثلها مثل أى كم فيزيائى آخر.

لكن هل هناك - كما افترض القدماء أنه فى حالة الحياة لا بد من وجود فرق أساسى فيزيائى بين من يحوز المعرفة ومن لا يحملها - فرق يعتمد لا على موضوعات البيئة ولا على تأثيراتها على المستقبل البعيد، ولكن على المساهمين الفيزيائيين الفوريين أو الحاليين. من الملحوظ أن هناك فرق. ولكى نرى ما هو لا بد أن نأخذ وجهة النظر التى تأخذ بمتعدد الأكوان.

انظر إلى الـ DNA لكائن حى مثل الدب وافترض أننا عثرنا فى مكان ما من جيناته على المتتالية TCGTCGTTTC هذا الوتر أو الخيط المميز المكون من عشرة

جزئيات فى كُوْتَه الخاصة المكونة من باقى الجينات وكُوَاتهن. هذا الوتر أو الشريط هو من معيدات النسخ، ويتضمن قدر ضئيل من المعرفة ولكن ذا معنى. والآن من أجل المجادلة افترض أننا استطعنا العثور على نفاية جينات (وهى ليست جينات) تمثل فصيلاً أو جزء من DNA الدب ولها أيضاً نفس المتتالية التى سبق وعثرنا عليها. ومهما يكن فإن هذه المتتالية لا تستحق أن نطلق عليها "معيدة نسخ"، لأنها لا تساهم بشيء تقريباً فى إعادة نسخها كما لا تشتمل على أية معرفة. إنها متتالية عشوائية. وهكذا فإن لدينا هنا شيئين فيزيائيين كليهما يمثل جزءاً من سلسلة الـ DNA واحد منهما يشتمل على معرفة والآخر متتالية عشوائية ولكنهما متساويان فيزيائياً. كيف يمكن للمعرفة أن تصبح كما فيزيائياً أساسياً إذا كان شيء يحوزها والمماثل الفيزيائى له لا يحملها.

هذا ممكن لأن هذين الجزئيين ليسا متماثلين حقيقة. إنهما فقط يبدوان متماثلين عندما ينظر إليهما من بعض الأكوان مثل كوننا على سبيل المثال. دعنا ننظر إليهما مرة ثانية كما يبدوان من أكوان أخرى أنه لا يمكننا أن نلاحظ الأكوان الأخرى مباشرة إذ لا بد من استخدام النظرية.

نحن نعلم أن الـ DNA فى الكائن البشرى هو أمر بطبيعته يتصل بالتنوع العشوائى - التغير الإحيائى - فى متتابعة جزئيات T, A, C, G. وطبقاً لنظرية التطور، والتأقلم فى الجينات وبالتالي فإن وجود هذه الجينات يعتمد على تغير إحيائى يحدث. وبسبب التغير الإحيائى فإن أى جمهرة من الجينات، أى جينات، تشتمل على درجة من التنوع. والأفراد الذين يحملون جينات لها درجة عالية من التأقلم تميل إلى أن يكون لديها إثمار أو إخصاب أكثر من غيرها من الأفراد. معظم التنوعات فى الجنين يجعلها غير قادرة على أن تكون سبباً لإعادة النسخ لأن تتابع التغير لم يعد قادراً على توجيه تعليمات للخلية لصنع أى شيء مفيد. وآخرون يصنعون إعادة نسخ أقل شبهاً (لأنهم يُضَيِّقون كوة الجين).

إلا أن البعض ربما يحدث أن يشتملوا على تعليمات جديدة لصنع إعادة نسخ أكثر شبهاً. هذا التصنيف الطبيعي يحدث - مع كل جيل من التنوع وإعادة النسخ - أن تتسع درجة تأقلم الجينات التي بقيت حية. الآن شعاع كوني يحدث على سبيل الصدفة تغيراً إحيائياً عشوائياً عندما يصطدم بنا، وأيضاً ليس فقط في جمهرة الكائنات الحية في كون واحد ولكن في الأكوان الأخرى. الشعاع الكوني هو عنصر دون ذرى عالي الطاقة وهو مثل الفوتون المنبعث من بطارية ضوئية، يرحل في اتجاهات مختلفة وفي أكوان مختلفة. ولذا فعندما يصطدم عنصر إشعاعي بشريط DNA محدثاً تغير إحيائي فإن بعضاً من نظائره في أكوان أخرى تفتقد نسخها في شريط الـ DNA أيضاً. بينما أخرى تصطدم به في مواضع مختلفة محدثة تغيراً إحيائياً مختلفاً. وهكذا فإن شعاعاً كونياً واحداً يصطدم بجزئيات شريط DNA واحد ستحدث على وجه العموم مستوى كبيراً من التغير الإحيائي المختلف يظهر في أكوان مختلفة.

عندما نأخذ في اعتبارنا كيف يبدو شيء بعينه في أكوان أخرى، يجب ألا ننظر بعيداً إليه في متعدد الأكوان لأنه من غير الممكن التعرف على نظير هذا الشيء في كون آخر. خذ مثلاً جزء من الـ DNA في بعض الأكوان لا توجد به جزئيات DNA على الإطلاق. في بعض آخر تشتمل عليها ولكن غير متشابهة مع ما لدينا لدرجة أنه لا توجد طريقة للتعرف على أي جزء DNA في أكوان أخرى الذي يتواصل مع تلك التي نعتبر أنها في هذا الكون. ولا معنى لأن نسأل عن كيف يبدو جزء الـ DNA الخاص بنا في مثل هذه الأكوان لذا يجب أن نأخذ فقط في اعتبارنا الأكوان التي تتشابه بدرجة كافية مع كوننا حتى لا ندع مجالاً لظهور مثل هذا الغموض. مثلاً يمكننا أن نأخذ في الاعتبار الأكوان التي توجد بها دبة والتي يمكن لعينه من الـ DNA لدب أن نضعها في آلة تحليل تم برمجتها على طبع عشرة حروف تمثل بناء وضع معين له صلة بعلامات دالة على شريط DNA معين. والمناقشة التالية ستكون غير مؤثرة لو أننا اخترنا أي معيار آخر للتعرف على أجزاء الـ DNA المتواصلة في أكوان قريبة..

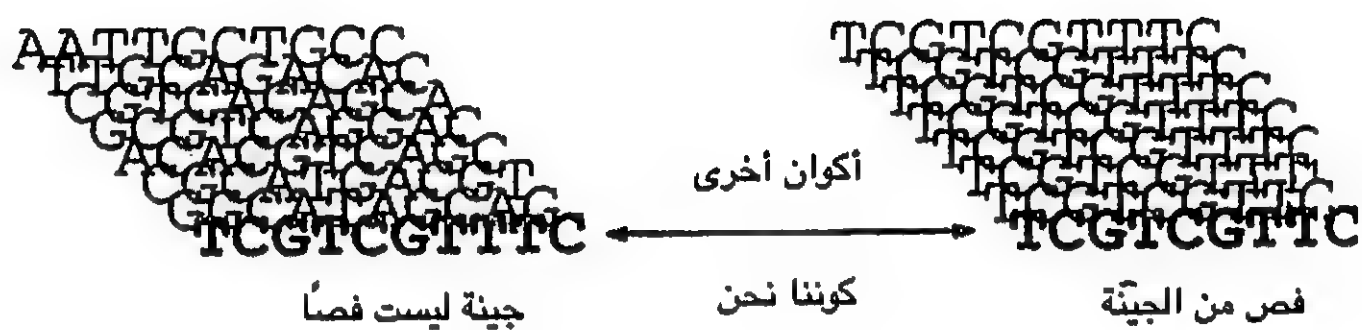
وبأى من تلك المعايير، فالجزء من جينات الدب لا بد لديه نفس المتابعة فى تقريباً معظم الأكوان القريبة كما فى كوننا. وهذا بسبب افتراض أنها لها درجة عالية من التأقلم، وهذا يعنى أن معظم تنوعاتها لن تنجح فى أن تعيد نسخ ذواتها فى معظم تنوعات بيئاتها، ومن ثم لن تظهر فى موضع الـ DNA لدب يتمتع بالحياة. وعلى النقيض من ذلك فإن الجزء من الـ DNA الذى لا يحمل معرفة عندما يجتاز خبرة التغير الإحيائى، فإن الوجه المتغير أو المتعرض للتغيير يظل قادراً على أن يعاد نسخة. عبر أجيال من إعادة النسخ. كثير من التغير الإحيائى سوف يحدث وكثير منه لن يؤثر فى إعادة النسخ. ولهذا فإن جزء نفاية الـ DNA الذى لا يشبه نظيره فى الجين سوف يكون متغير الخواص بالكامل فى الأكوان الأخرى. ربما يكون هذا التنوع الممكن لمتابعاته ظاهراً بالتساوى معه فى الأكوان الأخرى (والذى نعنى به بالضرورة أن يكون على نحو مباشر عشوائى الطابع).

وهكذا فإن المشهد التعددى يكشف عن بناء فيزيائى إضافى فى DNA الدب. فى هذا الكون سوف يشتمل على جزيئين من المتابعين TCGTCGTTTC واحد منها جزء من الجين والآخر ليس جزءاً فى أى جين فى معظم الأكوان القريبة. الجزء الأدل منهما ستكون له نفس المتتالية TCGTCGTTTC، والتي لن تكون كذلك فى عالمنا، أما الثانى سيختلف جداً بين الأكوان القريبة. وهكذا من حيث وجهة نظر التعدد فإن الجزيئين ليسا متشابهين حتى ولو عن بعد. (شكل ٨-١).

مرة أخرى أصبحنا فى حيز ضيق جداً ومساقين للخلاصة الزائفة بأن خاصية قدرتنا على حمل المعرفة تتشابه مع خاصية عدم القدرة على حمل المعرفة. وهذا ينعكس بالشك على مدى أساسية حالة المعرفة. ولكننا الآن قد اقتربنا من غلق الدائرة. يمكننا أن نرى أن الفكرة القديمة القائلة بأن المادة الحية لها خواص فيزيائية معينة كانت فكرة صادقة: إنها ليست المادة الحية ولكن المادة القادرة على حمل المعرفة هى الميزة

فيزيائياً. فى كون واحد قد يبدو هذا غير عادى، وإنما عبر أكوان متعددة فسيكون بناءً عادياً مثلما فى الماس عبر التعدد.

وهكذا فإن المعرفة هى كم فيزيائى أساسى بعد كل شىء، وكذا ظاهرة الحياة ولكن بدرجة أقل قليلاً. تخيل أنك تنظر من خلال ميكروسكوب إلكترونى لجزئيات DNA من خلية لدب محاولاً التمييز بين الجينات والمتتابعات. غير الحديدية، وقياس درجة التأقلم فى كل جين. فى أى كون واحد هذه المهمة تكون مستحيلة.



(شكل ٨ - ١)

نظرة عبر متعدد الأكوان لاثنين من أجزاء الـ DNA

التي يحدث أن تكون متماثلة فى كوننا. واحد منهما فى جين والآخر فى عشوائية

واحدة من خواص الجين هى أنه - المتأقلم بدرجة عالية - يمكن الاستدلال عليه فى كون واحد ولكن بشكل معقد للغاية. إنه ذو طبيعة انبثاقية. يتوجب عليك عمل عدة نسخ من الـ DNA ، مع تعددات، واستخدام هندسة جنينية لخلق عدة دبة فى حالة جنينية لكل نوع من الـ DNA سامحاً لها أن تنمو وتعيش فى بيئات مختلفة ممثلة فى كوة الدب ثم ترى أيها الذى سينجح فى الإخصاب.



ولكن من خلال ميكروسكوب سحرى يمكننا من رؤية ما فى الأكوان الأخرى (وهو ما أضغط هنا على أنه مستحيل: نحن نستخدم النظرية فى التخيل لما نعرف أنه يجب أن يكون هناك) فإن المهمة ستكون سهلة. وكما فى شكل ٨ - ١ فإن الجينات سوف تقف بين غير الجينات كما لو كان حقلاً مزروعاً بارزاً من خلال غابة فى صورة خيالية أو مثل البللور الذى كثفناه من حالة الذوبان. إنها من العاديات فى الأكوان القريبة، بينما كل أجزاء غير الجينات: أجزاء نفايات الـ DNA ليست من بين العاديات. وبالنسبة لدرجة التأقلم لدى جين ما فهذا تقريباً من السهل تقديره. الجينات الأكثر تأقلاً سوف تكون لها نفس البيئة فى مستوى أعرض من الأكوان. ستكون لها "بللورات" أكبر.

الآن اذهب إلى كوكب خارجى محاولاً العثور على الأشكال الحية المحلية هناك إذا كان ثم. هذه مهمة صعبة للغاية. سوف تستلزم إقامتك لتجارب معقدة وحاذقة والتي تعتبر مخاطرها اللانهائية موضوعاً لعدد من قصص الخيال العلمى. ولكن لو أنك استطعت فقط النظر فى تلسكوب تعددى سوف تتضح لك الحياة وتوابعها فى طرفة عين. سوف تحتاج فقط للنظر لأى بنية معقدة تبدو شاذة فى أى كون واحد ولكنها متشابهة فى الأكوان القريبة منا. إذا وجدت شيئاً من ذلك فقد عثرت على شيء فيزيائى متضمن "معرفة". أينما توجد المعرفة فلا بد أن ثمة حياة، على الأقل فى الماضى.

قارن بين دب حى وبين المجموعة النجمية المسماة "الدب الأكبر". الدب الحى يتشابه تشريحياً مع مثيلاته فى كثير من الأكوان القريبة. ليست فقط جيناته التى لها هذه الخاصية ولكن جسده كله (برغم أن مساهمات أجزاء جسده الأخرى، مثل وزنه مثلاً، تختلف كثيراً عن الجينات بسبب، مثلاً، فى أكوان مختلفة سيكون الدب ناجحاً بدرجة أقل أو أكثر فى البحث عن غذائه). ولكن فى مجموعة نجوم "الدب الأكبر" لن تكون هناك هذه "الخاصية" من كون إلى آخر. شكل المجموعة هو نتيجة الحالة الابتدائية للغازات المجرية (نسبة إلى المجرة) التى تشكلت منها النجوم. تلك الشروط

الابتدائية كانت عشوائية ومتنوعة جداً في الأكوان المختلفة، على المستوى الميكروسكوبى، وعملية تكون أو تشكل النجوم من هذا الغاز داخلها كثيرة وتنوعات من عدم الاستقرار الذى ساعد فى تضخيم والإفراط فى تلك التنوعات. وكنتيجة فإن نماذج النجوم التى نراها فى المجموعة توجد فى مستوى ضيق جداً من الأكوان. فى معظم الأكوان القريبة المختلفة عن كوننا هناك أيضاً مجموعة نجمية فى السماء ولكن ستبدو مختلفة.

فى النهاية دعنا ننظر إلى كوننا بطريقة مشابهة. ما الذى سيجذب عيننا المسحورة ويعزز ذلك؟ فى كون واحد فأكثر البنيات التى تصدمنا هى المجرات وعناقيد المجرات لكن هذه الأشياء ليس لديها بنيات يمكن إدراكها عبر التعدد. ففى حين توجد مجرة فى كون واحد، فإن عدداً وافراً من المجرات تتراص فى متعدد الأكوان وهى مختلفة جغرافياً. ولهذا فهى فى كل مكان من التعددية. الأكوان القريبة تتشابه فقط فى السمات الكبيرة، كما تتطلبه قوانين الفيزياء، التى تنطبق عليها جميعاً. ولذا فإن معظم النجوم تستقر بدقة فى المحيط السماوى فى التعددية، ومعظم المجرات لها شكل كروى أو إهليلجية (بيضاوية) الشكل. ولكن لا شئ يمتد بعيداً إلى داخل الأكوان الأخرى ومن أين يتم تغيير بنى غير ملحوظ. فيما عدا فى تلك الأماكن القليلة التى تشتمل على المعرفة. هذه الأشياء تمتد فيها عبر عديد من الأكوان بطريقة ملحوظة. ربما الأرض هى وحدها من هذا النوع فى كوننا فى الوقت الحالى. على أية حال فإن هذه الأكوان بالمعنى الذى وصفته كمواضع للعمليات - الحياة والفكر - هى التى ولدت التمييز الواسع فى الأكوان المتعددة.

## اصطلاحات :

معيد النسخ أو (ناسخ) Replicator	خاصيته تسبب بيئات معينة لصنع نُسخٍ منه .
جين Gene	جزئٌ معيد نسخ. الحياة على الأرض تقوم على الجينات التي هي شرائط الـ DNA (الـ RNA في حالة بعض الفيروسات).
ممه (جمعها ممات) Meme	أى فكرة قابلة لاستنساخها، مثل "النكته" أو النظرية العلمية.
كوة Niche	كوة أى معيد نسخ هي مجموعة كل البيئات الممكنة التي يستطيع معيد النسخ أن يكون سبباً في إعادة نسخ ذاته. كوة الكائن سبباً في عادة نسخ ذاته. كوة الكائن الحى هي مجموعة البيئات الممكنة وطرقات الحياة التي يستطيع أن يحيا فيها ويعيد إنتاج نفسه (أو يثمر أطفالاً له) (*)
التأقلم: Adaptation	درجة تأقلم معيد النسخ مع كوته هي الدرجة التي يستطيع فيها معيد النسخ أن يعيد فيها نسخ ذاته في هذه الكوة. وبشكل أكثر عمومية: تأقلم خاصية مع كوتها يعنى احتواءها أو تضمينها المعرفة التي تتسبب في قيام هذه الكوة بالحفاظ على وجود تلك المعرفة.

(\*) المعنى المقصود هو الإثمار والتكاثر. (المترجم)

## الخلاصة :

التقدم العلمى منذ جاليليو يبدو أنه رفض الفكرة القديمة القائلة بأن ظاهرة الحياة هى ظاهرة أساسية فى الطبيعة. لقد كشفت عن المدى الواسع للكون بالمقارنة مع المحيط الحيوى للأرض. البيولوجيا الحديثة يبدو أنها أكدت هذا الرفض من خلال شرح الحياة بمصطلحات الجزيئات معيدات النسخ والجينات التى يحكم سلوكها نفس قوانين الفيزياء عند تطبيقها، على المادة غير الحية. ومع ذلك تشترك الحياة مع مبدأ أساسى فى الفيزياء ألا وهو مبدأ تورنج والذى يعدّ الوسيلة التى من خلالها لوحظت الحقيقة التقديرية لأول مرة فى الطبيعة. وأيضاً من الظهور، فإن الحياة هى عملية لها معنى على المستوى الكبير للزمان والمكان كليهما. مستقبل سلوك الحياة هو الذى سيحدد السلوك المستقبلى للنجوم والمجرات. والبنية المعتادة فى مستواها الأكبر عبر الأكوان توجد حيث توجد المادة القادرة على حمل المعرفة كما ظهرت مثلاً: الأدمغة أو جينات أجزاء الـ DNA.

هذه الصلة المباشرة بين نظرية التطور والنظرية الكمية تبدو لعقل واحد بين الصلات غير المتوقعة وأكثرها صدمة من العلاقات بين الأفرع الأربعة. الأخرى هى وجود نظرية كمية جوهرية للحوسبة هى التى تحدد وجود نظرية الحوسبة. هذه الصلة هى موضوع الفصل التالى.

## الفصل التاسع

### الكمبيوترات الكمية



يبدو تعبير "الحوسبة الكمية" كأنه - لمن هو جديد على الموضوع - اسم لتقنية جديدة، وربما الأحداث في التطورات الملحوظة في عالم الحوسبة الآلية، والحوسبة الإلكترونية ومدّها بالترانزستورات والشرائح السيليكونية "chips" للحوسبة ... إلخ.. ومن الصحيح أنه حتى في تقنية الكمبيوترات الموجودة أنها تقوم على عمليات ميكانيكية كمية ميكروسكوبية (بالطبع كل العمليات الفيزيائية هي من قبل الميكانيكا الكمية، ولكنني أعني هنا العمليات التي تعطى لها الفيزياء الكلاسيكية أى غير الكمية. تنبؤات غير دقيقة بالكامل). إذا كانت النية الاتجاه إلى ما هو أسرع، والهادر وير للكمبيوتر الأصغر وعندما يستمر كل ذلك فلا بد للتقنية في هذا المجال أن تكون أكثر "ميكانيكية كمية" بهذا المعنى، لأن تأثيرات ميكانيكا الكم تهيمن بكفاءة على كل الأنظمة الصغيرة.

وإن لم يكن لها أكثر من ذلك فإن الحوسبة الكمية يمكنها أن تجسد بصعوبة أى تفسير لنسيج الحقيقة له طابع أساسى لأنه لن يكون هناك جديد فيما هو أساسى فيها، وأيا ما كانت عمليات الميكانيكا الكمية التي تمارسها كمبيوترات اليوم فهي ليست إلا مجرد تطبيقات في تقنية مختلفة لنفس الفكرة الكلاسيكية، التي تتحصل في ماكينة تورنج العالمية. ذلك هو سبب أن "إعادة العرض" في الحوسبة المتاحة التي تقدمها الكمبيوترات القائمة حالياً هي بالضرورة نفس الفكرة. تختلف عنها فقط في سرعتها وقدرتها التخزينية وميزات المدخلات والمخرجات فيها. ويمكننا أن نقول ذلك على أدنى مستوى فيها "كمبيوتر المنزل"، إذ يمكن برمجته ليحل أى مشكلة، أو يحاكي أى بيئة مثله مثل أقوى كمبيوتر. وذلك بمجرد تزويده بطاقة ذاكرة إضافية والهادر وير المناسب لتحقيق النتائج المرجوة.

الحوسبة الكمية أكثر من مجرد تقنية أسرع وأكثر منه فيما يمكن إضافته كأدوات مساعدة لآلات تورنج. الكمبيوتر الكمي هو آلة تستخدم تأثيرات ميكانيكية كمية مختلفة، لتقوم بطرازات حوسبة جديدة كلياً يستحيل عملها بأى ماكينة لتورنج، حتى

من حيث المبدأ وبالتالي تستحيل على كمبيوتر كلاسيكى. ولذلك فإن الحوسبة الكمية لا تقل عن كونها طريقة جديدة مميزة فى تسخير الطبيعة.

دعنى أفصل هذه المقولة. لقد كانت الابتكارات الأولى هى أدوات يتم تحريكها بواسطة عضلات البشر كان ذلك بمثابة ثورة فى أحوال أسلافنا، لكنهم عانوا كثيراً من محدودية ما تتطلبه من الجهد وتوجيه الانتباه لتلك الأدوات فى كل لحظة فى وقت استخدامها. التقنية التالية لذلك تغلبت على هذه المحدودية: قام الجنس البشرى باستئناس بعض الحيوانات والنباتات محولة بذلك "التأقلم" الذى تحياه فى بيئتها الطبيعية لنهايات بشرية. بمعنى أن المحاصيل تنمو وكلاب الحراسة تراقب حتى لو كان أصحابها نائمين فى أسرّتهم ثم هناك تقنية أخرى بدأت حين ذهب الجنس البشرى إلى ما وراء استخدام التأقلم الكائن (والظواهر غير البيولوجية مثل النار)، وإنشاء نوع جديد من التأقلم فى العلم فى شكل صنع الفخار، قوالب الطوب، العجلات، الآلات المعدنية ولكى يفعلوا ذلك كان عليهم التفكير وفهم القوانين الطبيعية التى تحكم العالم والتى تتضمن - كما قلت آنفاً - ليس فقط وجهها الاصطناعى الظاهر بل نسيج الحقيقة القائم وراء الطبيعة الظاهرة. وهنا مرت آلاف السنوات من التقدم فى هذا النوع من التقنية: تسخير بعض المواد وإجبار وحفز الفيزياء. ثم أضيف إلى تلك القائمة فى القرن العشرين "المعلومات" عندما أتاحت الكمبيوترات عمليات معقدة للمعلومات تجرى خارج مخ الإنسان. الحوسبة الكمية التى هى الآن فى مرحلتها الاستهلاكية الباكرة هى خطوة أخرى جديدة مميزة فى طريق هذا التقدم. إنها ستكون أول تقنية تسمح بتحقيق مهام ذات فائدة بالتعاون بين الأكوان المتوازية. الكمبيوتر الكمى سيكون قادراً على توزيع مكونات لها مهام معقدة بين عدد واسع من الأكوان المتوازية ومن ثم يحوز نصيبه من النتيجة التجميعية.

لقد أُلحِت بالفعل إلى معنى "عالمية الحوسبة" - حقيقة أن كمبيوتر فيزيائى ممكن وواحد، وبإعطائه زمناً وذاكرة كافيين، يمكنه أن يحقق الحوسبة التى يستطيع أى



كمبيوتر فيزيائى آخر أن يحققها. القوانين الفيزيائية كما نعرفها وكما هو السائد بيننا تسمح بالحوسبة العالمية. ومع ذلك ولكى يكون الأمر أكثر فائدة وأكثر معنى فى المخطط العام للأشياء فإن العالمية كما عرّفناها حتى الآن ليست كافية. إنها مجرد أن يقوم الكمبيوتر العالمى بأداء أيا مما يستطيعه أخيراً أى كمبيوتر آخر. وبكلمات أخرى: إعطاء وقت كاف هو عالمية. ولكن ماذا إذا لم يعط الوقت الكافى؟ تخيل كمبيوتر عالمى يستطيع أن ينفذ عملية حوسبة واحدة على مدى طول عمر الكون هل تبقى عالميته تلك كخاصية شامخة للحقيقة؟ من المفترض أن الأمر ليس كذلك.

ولكى نضع هذا بشكل أكثر عمومية فإن المرء يستطيع أن ينتقد هذا الجزء الضيق من مفهوم العالمية لأنها تصنف المهمة القائمة فى "إعادة العرض" للكمبيوتر بعيداً عن المصادر الفيزيائية التى سيستهلكها الكمبيوتر فى تحقيقه للمهمة. وفى هذا، على سبيل المثال، قد أخذنا فى اعتبارنا مستخدم "الحقيقة التقديرية"، الذى يتهى للمضى فى تحريك أو إحياء موقف لبلايين السنين، بينما يحسب الكمبيوتر ما الذى سيعرضه بعد ذلك. فى مناقشة الحدود القصوى للحقيقة التقديرية، وهو الأسلوب الصحيح الذى يتوجب اتباعه. ولكن عندما نهتم بفائدة الحقيقة التقديرية – أو ما هو أكثر أهمية ألا وهى القاعدة الأساسية التى تجرى فى الحقيقة التقديرية – يجب أن نكون أكثر دقة وحذق. التطور لم يكن ليظهر على الأرض، إذا كانت مهمة محاكاة بعض خصائص السكان الأولين البسطاء لم تكن قابلة للتشكل (بمعنى: إمكانية حوسبتها فى زمن معقول) بالاستخدام السهل للجزئيات المتاحة مثل الكمبيوترات، وبالمثل فإن العلم والتقنية لم يكونا ليظهرا أبداً على الأرض فيما لو احتاج تصميم أداة حجرية آلاف السنين من التفكير. والأكثر من ذلك، الذى كان صحيحاً منذ البداية ظل شرطاً مطلقاً للتقدم فى كل خطوة فيه. عالمية الحوسبة لم تكن لتكون مهمة فى مجال الجينات، أيا ما كان ما تحويه من معلومات إذا كانت محاكاة نظمها من قبيل المهام غير القابلة للتشكل، قل: إذا كان ثمة دائرة واحدة منتجة سوف تستغرق بلايين السنين.

ومن هنا كانت حقيقة وجود نظم معقدة، وأن ثمة تطور في التقدم التدريجي للمبتكرات والنظريات العلمية (مثل ميكانيكا جاليليو، وبعدها ميكانيكا نيوتن، فميكانيكا أينشتاين ثم ميكانيكا الكم... وهلم جرا) التي تحكى لنا المزيد عن أى نوع من الحوسبة العالمية الموجود في الحقيقة. وأن القوانين الحالية في الفيزياء، حتى الآن على الأقل، ناجحة تقريباً مع النظريات التي تعطينا تفسيرات أجود وتنبؤات أحسن، وأن مهمة اكتشاف كل نظرية، مع الأسبق عليها يصبح قابلاً للتشكل حوسبياً، ومع القوانين السابق معرفتها والتقنية السابقة المتاحة. إن نسيج الحقيقة كما كانت دوماً، لا بد أن يكون في شكل طبقات قابلة للنجاح في استخدامها وبالمثل تحكى لنا، إذا فكرنا في التقدم ذاته كحوسبة، أن ثمة كثير من النظم الحية مشفرة من خلال الـ DNA تسمح بتبنى أفضل لحوسبتها (مثل أن تظهر) باستخدام المصادر التي تمدنا بها أسلافها الأسوأ في مجال التكيف أو التأقلم. ومن ثم نستطيع أن نستنتج أن قوانين الفيزياء، بالإضافة لوضع فهمها الثوري تحت سيطرة مبدأ تورنج، لتأكيد تناغم عملياتها الثورية، مثل الحياة والتفكير، لا تحتاج أو تستهلك وقتاً طويلاً أو تتطلب مصادر عديدة من أى نوع آخر لتحدث في الواقع (الحقيقة).

وهكذا فإن قوانين الفيزياء لا تسمح فقط (أو تتطلب كما ناقشت توا) بوجود الحياة أو التفكير، بل أنها تتطلب "الكفاءة" لكي يوجد أى منهما وذلك بمعنى مناسب. وللتعبير عن هذه الخاصية القاسية للحقيقة، فإن التحاليل الحديثة للعالمية تسلم بأن الكمبيوترات لا بد أن ينظر إلى عالميتها بمعنى أقوى مما يفعله مبدأ تورنج، وعلى السطح من ذلك يتطلب الأمر ليس فقط أن مولدات الحقيقة التقديرية ممكنة، إنما يمكن بناؤها بحيث لا تتطلب مصادر طبيعية عديدة بشكل غير عملي لمحاكاة أوجه بسيطة للحقيقة. منذ الآن فصاعداً ساعنى بالعالمية ذاك المعنى ما لم أشر لغير ذلك.

فقط كيف نعطي أوجها للحقيقة ليتم محاكاتها بكفاءة؟ وبكلمات أخرى ما هي الحوسبة الممكن إجراؤها في وقت محدد وعبر ميزانية معطاة؟ هذا هو السؤال

الأساسى لنظرية الحوسبة المعقدة، التى كما أسلفت، هى دراسة المصادر المتطلبة لتحقيق مهمات حوسبية معنية. نظرية "التعقيد" ليست مدمجة بشكل جيد مع الفيزياء بدرجة تكفى لإعطائنا عديداً من الإجابات المحددة ومع ذلك فقد أعطتنا قدراً معقولاً فى طريق التفرقة السهلة والمبدئية بين ما هو قابل للتشكل وما هو غير قابل له. والاقتراب العام تم توضيحه جيداً من خلال مثال. تخيل مهمة ضرب رقمين كبيرين فى بعضهما مثلاً ٨٥١, ٢٢٠, ٤ فى ٢, ٥٩٤, ٢٠٩ الكثير منا يتذكر الطريقة التى تعلمناها حين كنا أطفالاً لتحقيق هذه العملية. إنما تتطلب ضرب كل عدد مفرد (أقل من عشرة) من الرقم الكبير الأول فى مثيله من الرقم الكبير الثانى وبعمليات تبديل وإضافة بطريقة قياسية معينة نحصل على النتيجة التى هى فى هذه الحالة: ١٠, ٩٤٩, ٧٦٩, ٦٥١, ٨٢٩. الكثير منا قد يأنف من استنتاج أن مثل هذا الإجراء المرهق يجعل من عملية الضرب من قبيل ما هو "قابل للتشكل" بأى معنى عادى للكلمة (فى الحقيقة ثمة طرق عديدة كفؤه لضرب الأرقام الكبيرة فى بعضها، ولكن هذا المثل يمدنا بإيضاح جيد). ولكن من وجهة نظر "نظرية التعقيد" المتعلقة بالمهام الكبيرة التى يقوم بها الكمبيوتر، فإن هذه ليست من دواعى الضجر، وتكاد لا تخطئ أبداً فى أن هذه الطريقة تفشل على مستوى "القابلية للتشكل".

الذى يهم بالنسبة للقابلية للتشكل، وفقاً للتعريفات القياسية لها، ليس الوقت الفعلى الذى تستغرقه عملية الضرب لرقمين معينين أيهما فى الآخر، وإنما أن هذا الوقت لا يتزايد بحده عندما نطبق نفس الطريقة حتى على أرقام أكبر من هذين الرقمين. ربما، ومن المدهش، أن هذه تعد طريقة غير مباشرة لتعريف قابلية التشكل. وبشكل عملى للكثيرين (وإن كانوا ليس الكل) فيما يخص المستويات المهمة للمهام الحوسبية. على سبيل المثال: مع عملية الضرب يمكننا أن نرى بسهولة بأن الطريقة القياسية يمكن استخدامها فى ضرب أرقام قل مثلاً أنها أكبر عشر مرات من تلك التى مثلنا بها، بمزيد من العمل الإضافى، ذلك أن كل عملية ضرب أولية لعدد مع الآخر

سوف تستغرق في كمبيوتر معين ميكروثانية واحدة (شاملة لكل العمليات الأخرى من تبديلات وخلافه التي تتلو أية عملية ضرب أولية). عندما نضرب الرقم المكون من سبع أعداد ٨٥١, ٢٢٠, ٤ في الرقم الآخر ٢, ٥٩٤, ٢٠٩ فكل عدد من السبعة أعداد سيضرب في عدد من السبعة الأخرى. ومن ثم فإن الوقت الكلى لهذه العملية (إذا تمت العملية بشكل متتابع) سيكون سبع مرات السبعة أو ٤٩ ميكروثانية. فإذا أدخلت الكمبيوتر الرقم الذي افترضنا أنه أكبر من ذلك عشر مرات ليتم ضربه في مثيل له، والذي سيتكون من ثمانية أعداد، فإن الوقت المتطلب لإتمام العملية سيكون ٦٤ ميكروثانية أى بزيادة مقدارها ٢١٪.

من الواضح أن أرقاماً من مستوى أكبر، متضمناً أى رقم أمكن قياسه إطلاقاً كقيمة في التنوع الفيزيائي، يمكن ضربه في شريحة رفيعة من الثانية. ومن هنا فإن عملية الضرب من قبيل العمليات القابلة للتشكل بالطبع لكل أغراض الفيزياء. (أو على الأقل للفيزياء القائمة). وأعترف بإمكانية ظهور أغراض أكثر عملية لضرب أكبر كثيراً خارج الفيزياء. مثل إنتاج الأرقام الأولية لعدد ١٢٥ (من الأعداد دون العشرة) أو غيرها والتي هي مثيرة بالنسبة للعاملين في فك الشفرات. ألتنا الافتراضية ستكون قادرة على ضرب رقمين أوليين كأولئك منتجة لأرقام من ٢٥٠ عدد دون العشرة، وذلك في حوالى بضعة مئات من أجزاء الثانية. وفي ثانية واحدة يمكنه إنجاز عملية ضرب رقمين من ١٠٠٠ عدد دون العشرة، حتى الكمبيوترات الحقيقية اليوم يمكنها بسهولة تحقيق الأمر في مثل هذا الوقت. فقط بعض الباحثين في أفرع - مفهومة لفئة قليلة فقط - من الرياضة البحتة هم الذين يستمتعون بعمل مثل هذه العمليات الواسعة وغير المفهومة من عمليات الضرب. ونحن نرى حتى الآن أنه حتى هؤلاء لا سبب لديهم للنظر إلى عملية الضرب على أنها قابلة بالتاكيد للتشكل.

وبالتناقص مع ذلك، فإن عملية التحليل إلى العوامل الأولية هي على العكس من عملية الضرب وتبدو أكثر صعوبة. المرء يبدأ برقم نقوم بإدخاله مثل

١٠,٩٤٩,٧٦٩,٦٥١,٨٥٩ والمهمة هي معرفة الأرقام التي بضربها في بعض تنتج لنا هذا الرقم وبما أننا قمنا بضربها فعلاً فإننا نعرف أن الإجابة في هذه الحالة ستكون ٢,٥٩٤,٢٠٩ و ٤,٢٢٠,٨٥١ (وبما أنها أعداد أولية فهي الإجابة الوحيدة الصحيحة). ولكن بدون هذه المعلومة الداخلية، كيف يمكن العثور على الحقيقة أو المعاملات الأصلية؟ سوف تبحث عبثاً في ذكريات طفولتك عن أى طريقة سهلة، ولن تجد.

أبسط طريقة للتحليل هنا هو أن تقسم الرقم على كل معامل ممكن بدءاً من الرقم ٢ واستمراراً مع الأرقام الفردية كلها حتى يمكن لأحدها أن يقسم الرقم بالضبط. افترض على الأقل أن واحداً من المعاملات (مثل أن الرقم الذي أدخلناه لم يكن أولياً) لم يعد أكبر من الجذر التربيعي للرقم الذي أدخلناه، وأنه يمكنه تقدير إلى أى مدى ستستغرق العملية. في حالة ما اعتبرنا أن كمبيوترنا يمكنه العثور على الرقم الأصغر ٢,٥٩٤,٢٠٩ في حوالى ما لا يزيد عن الثانية، فإن أى مدخل أكبر (\*) بعشرات المرات سيكون له جذر تربيعي أكبر بحوالى ثلاث مرات على سبيل المثال. وعلى الرغم من أن المعادلة المتصلة بذلك معروفة، فإن صعوبة تطبيقها في الحالات الفعلية شديدة ومشهورة. هذه الصعوبة قد لفتت الانتباه مؤخراً في الكتب الشعبية والمقالات إلى "الفوضى: Chaos" وما يعرف بـ "تأثير الفراشة" هذه التأثيرات ليست مسئولة عن عدم القابلية للتشكل التي كانت تدور في رأس فاينمان (\*) Feynman، لسبب بسيط يتمثل في أنها كانت تقع في الفيزياء التقليدية، أى في الحقيقة طالما أن الحقيقة عبارة عن ميكانيكا كمية. ومع ذلك أريد أن أضع هنا بعض الملاحظات عن "فوضى" الحركات

---

(\*) ريتشارد فاينمان Richard Phillips Feynman (١٩١٨ - ١٩٨٨) فيزيائى أمريكى نظرى، إلى جانب أبحاثه المهمة فى "ميكانيكا الكم" والتي حصل بسببها على جائزة نوبل مع آخرين عام ١٩٦٥، فقد استكمل قبل وفاته بناء النظرية السابقة عليه أصلاً وحل بعض معضلاتها، وذلك من بين أبحاث عديدة أخرى. (المترجم)

التقليدية، إذا أريد فقط توجيه ضوء حقيقى على السمات المختلفة للتقليدية وكمومية عدم قدرتها على التنبؤ.

نظرية "الفوضى" تدور حول حدود القابلية للتنبؤ فى الفيزياء التقليدية، ومأخوذة من جذر الحقيقة القائلة أن معظم المنظومات الكلاسيكية كانت غير مستقرة على الدوام، وعدم الاستقرار المقصود هنا ليس له علاقة بنية السلوك بعنف أو بدون اندماجية، ولكن تدور حول الحساسية الفائقة للشروط المبدئية. افترض أننا نعرف الحالة الحاضرة لأى منظومة فيزيائية مثل مجموعة كرات بلياردو تتدحرج على مائدة. إذا كانت المنظومة تتبع الفيزياء التقليدية لدرجة تقريبية جيدة، فلا بد سنكون قادرين على تحديد سلوكها المستقبلى، مثل اتجاه أى كرة نحو الحفرة أو لا وذلك من خلال قوانين الحركة المتصلة بذلك، تماماً مثلما نفعل بتنبؤنا عن الخسوف والاقتترانات الكوكبية من نفس قوانين الحركة. ولكن من الناحية العملية لن نكون قادرين أبداً على قياس الشروط المبدئية ولا سرعة الضوء بكفاءة. وهنا يبرز السؤال: إذا كنا نعرفها بدرجة معقولة من الضبط، هل يمكننا أيضاً التنبؤ بنفس الدرجة المعقولة من الضبط، كيف سيكون سلوكها فى المستقبل؟ والإجابة عادة ما تكون أننا لا نستطيع. الفرق بين المسار المنحنى الحقيقى، والمسار المنحنى المتنبؤ به لكوكب، يتم حسابه من قائمة معلومات غير دقيقة، وينحصر للنمو بطريقة رأسية وغير منتظمة (بفوضوية) مع الزمن، لدرجة أنه بعد فترة ستكون المعرفة الأصلية عن الوضع والتي تعتبر أساسية فيها، فى حالة غير صحيحة بدرجة طفيفة، غير صالحة لقيادتنا على الإطلاق إلى كيف سيكون ما يفعله النظام. تطبيق تنبؤات الكمبيوتر على الحركات الكوكبية، أعنى خلاصة الفيزياء التقليدية وقابليتها للتنبؤ، ليست مقياس للنظم التقليدية. لكى نتنبأ بنظام تقليدى سوف يتم بعد فترة زمنية متوسطة، على المرء أن يحدد شروطه المبدئية لدرجة عالية الأحكام وليست غير صالحة ولو بدرجة طفيفة. وهكذا يقال عنه من حيث المبدأ إن رفرفة جناح الفراشة فى جو أى

كوكب يمكن أن تحدث إعصاراً في جو كوكب آخر. إن صعوبة التنبؤ بالجو تتصل بصعوبة الاعتماد على كل فراشة على الكوكب.

ومع ذلك فإن الأعاصير الفعلية والفراشات الحقيقية تطيع نظرية ميكانيكا الكم وليس الميكانيكا الكلاسيكية وعدم الاستقرار الذي سرعان ما ستتضخم بدرجة قليلة من عدم التوصيف في الحالة المبدئية التقليدية ليس ببساطة ملمحاً من النظم الميكانيكية التقليدية. في ميكانيكا الكم ثمة انحراف قليل عن الحالة المبدئية الموصوفة بسبب بدوره انحرافاً عن الحالة النهائية المتنبأ بها. بدلاً من التنبؤ الدقيق الذي يجرى بصعوبة بسبب تأثير مختلف.

قوانين ميكانيكا الكم تتطلب موضوعاً له موقعاً معيناً (في كل الأكوان) لكي يبرز أو ينتشر في أكوان متعددة. على سبيل المثال فإن فوتونا وكل نظرائه في كون آخر كلها تبدأ من نفس النقطة فوق خيط متوهج ثم بعدها تتحرك إلى تريليون اتجاه مختلف. وفيما بعد لو أجرينا قياساً لما حدث سيقع اختلاف فيما بيننا في القياس تبعاً لما يراه كل منسوخ منا فيما حدث في عالمنا الخاص. إذا كان الأمر المثار هو جو الأرض. فربما يحدث الإعصار في ٣٠٪ من العوالم، مثلاً، وليس في الـ ٧٠٪ الباقية. وبموضوعية، نحن نفهم ذلك من خلال مفرز واحد في شكل عشوائي وغير قابل للتنبؤ، ولو أنه من خلال وجهة نظر متعدد الأكوان فإن كل المفرزات قد وقعت بالفعل في هذا المتعدد الأكوان المتوازية وهو السبب الحقيقي في عدم قابلية الجو للتنبؤ. وعدم قابليتنا لقياس الشروط المبدئية بدقة هو أمر لا صلة له بالأمر إطلاقاً. حتى لو عرفنا الشروط المبدئية بالكامل فسوف يبقى التعدد وبالتالي عدم التنبؤ، ومن الناحية الأخرى، وبالتناقض مع الوضع التقليدي فإن التعدد المتخيل مع شروط مبدئية مختلفة قليلاً لن تسلك باختلاف كبير عن التعدد الفعلي. سوف تعاني الأعاصير في ١,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠٪ من الأكوان والتي لن تقع في ٩٩٩,٩٩٩,٩٩٩٪ الباقية.

رفرقة أجنحة الفراشات لا تُحدث الأعاصير فى الحقيقة بسبب اعتماد الفوضى أو العشوائية التقليدية على غاية محددة، وهى غير الموجودة فى عالم واحد، اعتبر مثلاً مجموعة من الأكوان المتماثلة فى لحظة ما من كل منها ترفرف فيها فراشة بجناحيها، ثم مجموعة ثانية من الأكوان كانت فى نفس اللحظة متماثلة مع المجموعة الأولى فيما عدا أن الفراشة فيها لم ترفرف أو كانت ساكنة. انتظر لعدة ساعات فإن ميكانيكا الكم تتنبأ بالآتى:

ما لم تكن هناك ظروف استثنائية مثل شخص يراقب الفراشة وفى نفس الوقت يضع إصبعه على زر لتفجير قنبلة ذرية ليضغط عليه فور أن تبدأ الفراشة فى الرفرقة، مجموعتى الأكوان اللواتى كن فى البداية متماثلتين تقريباً، سوف يظلان كذلك ولكن كل مجموعة مع نفسها ستختلف كثيراً عن المجموعة الأخرى. وذلك بما فيه الأكوان التى وقعت فيها الأعاصير، وتلك التى لم تقع فيها، وحتى عدد قليل من الأكوان التى قامت فيها الفراشة فى وقت متزامن بتغيير نوعها من خلال إجراءات عارضة لكل ذراتها، أو لأن الشمس قد انفجرت لأن كل ذراتها قد طردت صدفة كرد فعل للذرات الانفجارية التى وقعت فى قلبها. وحتى فى هذه الحالة ستظل المجموعتان متشابهتين بدرجة عالية. فى الأكوان التى رفرقت فيها الفراشة ومن ثم وقعت الأعاصير، لم تكن الأعاصير متنبأ بها، ولكن الفراشة لم تكن مسئولة عن ذلك عمداً، لأن أعاصير أخرى قريبة الشبه من تلك قد وقعت فى أكوان يتشابه كل شئ فيها مع الأولى فيما عدا أن أجنحة الفراشة كانت ساكنة.

مما يستحق تأكيده عليه هنا هو التمييز بين عدم القابلية للتنبؤ وعدم القابلية للتشكل. عدم القابلية للتنبؤ ليس له صلة بمصادر الحوسبة المتاحة. النظم التقليدية هى من قبيل غير القابلة للتنبؤ (ولا بد أن تكون كذلك لو كانت موجودة) بسبب حساسيتها إزاء الشروط المبدئية. النظم الكمية ليست لديها هذه الحساسية، ولكنها غير قابلة للتنبؤ بدورها بسبب سلوكها المختلف فى أكوان مختلفة، والذى بسببه يبدو الأمر عشوائياً فى

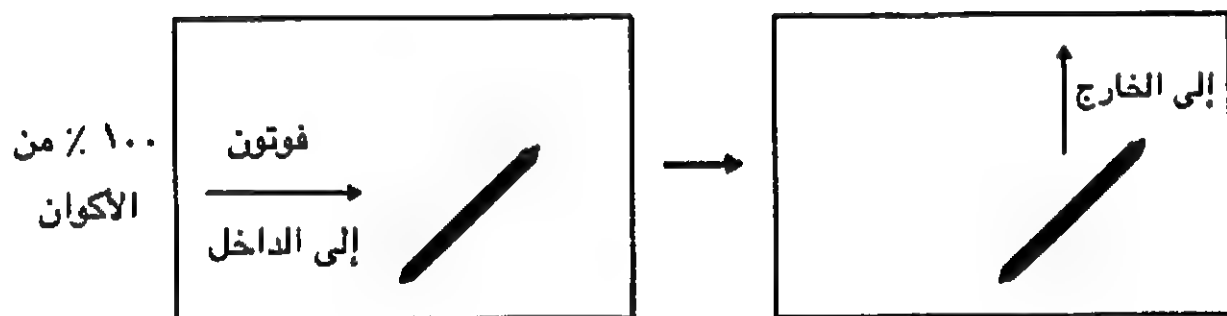


معظم الأكوان. فى أى من الحالتين هل ثمة كمية من الحوسبة سوف تقلل من عدم القابلية للتنبؤ؟ وعلى النقيض من ذلك تكون القابلية للتشكل أمر يمكن التنبؤ به. إنها تشير إلى حالة يمكن فيها التنبؤ بسهولة إذا استطعنا أن نحقق الحوسبة المطلوبة، ولكننا لا نستطيع لأن الوسائل المطلوبة تجريبياً ذات قدر كبير. ومن أجل حل المعضلة، معضلة عدم القابلية للتنبؤ لا بد أن نأخذ فى اعتبارنا النظم الكمية التى هى من حيث المبدأ، قابلة للتنبؤ.

عادة ما يتم تقديم نظرية الكم على أنها تصنع تنبؤات احتمالية، على سبيل المثال فى حالة الحائل المثقوب والشاشة فى تجربة التداخل الموصوفة فى الفصل ٢، فإنه يمكن ملاحظة وصول الفوتون فى أى مكان من الجزء المشرق من نموذج الظل. ولكن من المهم فهم أنه فى تجارب أخرى كثيرة تتنبأ نظرية الكم بمخرج واحد محدد، وبكلمات أخرى فهى تتنبأ أن كل الأكوان سوف تنتهى إلى نفس المخرج أو النتيجة، حتى لو كانت مختلفة عن بعضها فى نفس وقت مراحل التجربة، كما تتنبأ بكيف ستكون عليه هذه النتيجة. فى مثل هذه الحالات لن نلاحظ ظاهرة تداخل غير عشوائية. يستطيع المدخال<sup>(\*)</sup> أن يبرهن على هذه الظاهرة بوضوح، وهو جهاز بصرى مكون أساساً من مرآياً هى كذلك من الناحية الاصطلاحية (شكل ١٠٩) ومرآيا نصف مفضضة (كتلك التى تستحضر فيها الخدع والألعاب من نوعية بوليس ستیشنز Po- "Ice stations كما تظهر فى الشكل ٩ - ٢).

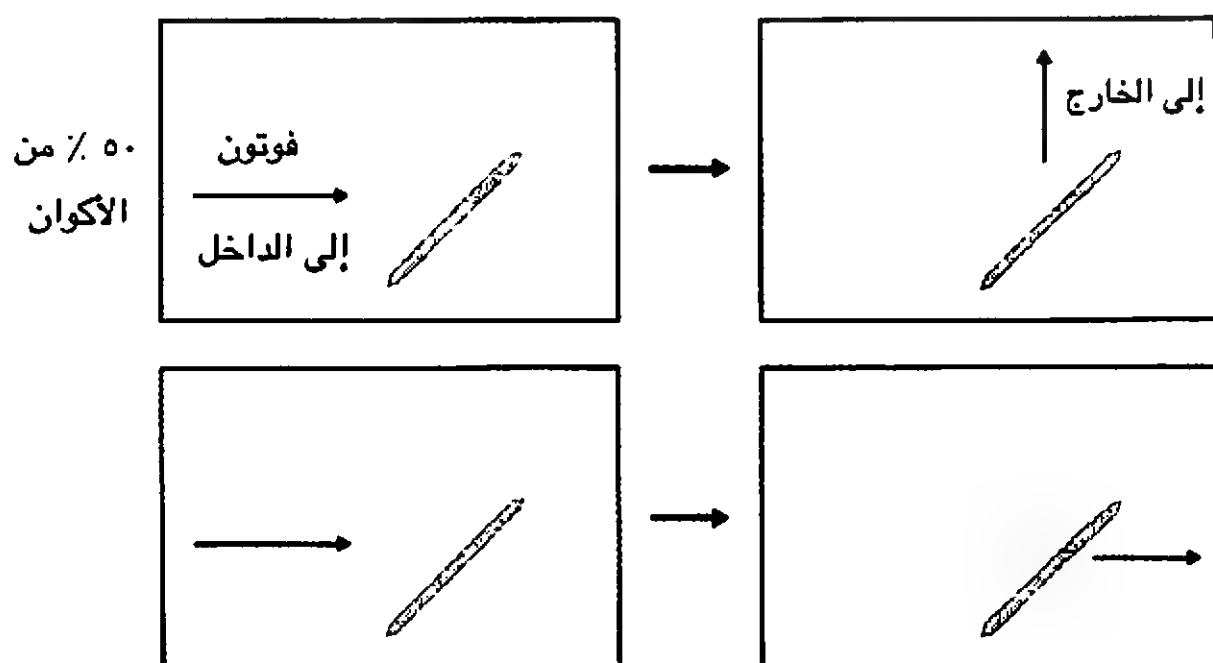
---

(\*) المدخال عبارة عن جهاز لقياس التداخل ولتحديد طول الموجه ومعامل الانكسار (المترجم).



(شكل ٩ - ١)

حركة المرايا العادية هي نفسها في جميع الأكوان



(شكل ٩ - ٢)

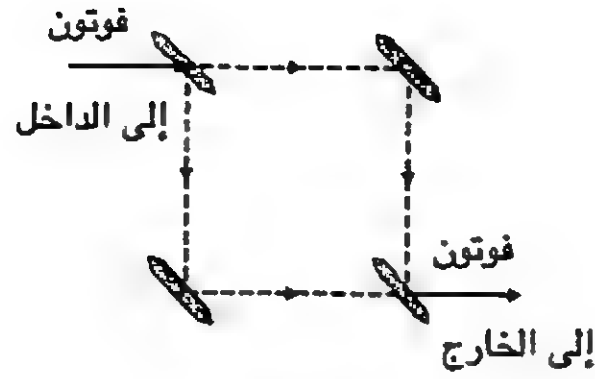
المرايا نصف المفضضة تصنع مبدئياً نفس الاختلاف

في العوالم في كل مجموعتين متكافئتين منها، فيما عدا اختلاف وحيد يتحصل

في المسار الذي يتخذه فوتون واحد.

إذا اصطدم فوتون بمرآة نصف مفضضة فضية، فهو فى نصف الأكوان سيرتد أو يثب بحيوية كما لو كانت مرآة تقليدية ولكنه فى النصف الآخر سيمر خلالها كما لو أن شيئاً ليس هناك.

إن فوتونا واحدا سيدخل المدخال فى أعلى اليسار كما هو فى الشكل ٩ - ٢ فى كل الأكوان التى تجرى فيها التجربة، الفوتون ونظرائه سوف يرتحلون إلى المدخال بنفس الطريق. هذه الأكوان متشابهة. ولكن بمجرد أن يصطدم الفوتون بمرآة نصف مفضضة، فإن الأكوان المتشابهة تتحول إلى أكوان متفرقة أو متمايضة. فى نصفها يمر الفوتون مباشرة فى الجانب العلوى من المدخال. وفى الأكوان الباقية يرتد أو يثب بحيوية إلى الجانب الأسفل الأيسر من المدخال. الوجه البادى للفوتون فى هاتين المجموعتين يصطدم ويرتد أو يثب بحيوية فى المرايا العادية فى الجانب الأعلى الأيمن وفى الجانب الأيسر منها على التوالى. وهكذا ينتهى بالوصول متزامناً فى المرآة شبه الفضية فى الجانب الأسفل الأيمن ويتداخل مع كل منهم. تذكر أننا أدخلنا فوتوناً واحداً فى الأدوات، وفى كل كون سيظل هناك فوتوناً موجوداً. فى كل الأكوان اصطدم الفوتون فى أسفل يمين المرآة. فى نصفها فقد اصطدم بها من اليسار. وفى نصفها الآخر اصطدم فى أعلاها. أوجه الفوتون فى هذه المجموعات من الأكوان تتداخل بقوة.



(شكل ٩ - ٣)

فوتون واحد يمر خلال مدخال. أوضاع المرايا

(فى المرايا التقليدية ذات اللون الأسود) بينما فى المرايا نصف المفضضة

(ذات اللون الرمادى). يمكن ضبطها حتى يحدث التداخل بين وجهى الفوتون

(فى مختلف الأكوان) أخذاً (كليهما) نفس طريق الخروج من المرآة شبه المفضضة السفلى.

النتيجة الكلية تعتمد على الوضع الهندسى للحالات ذاتها، ولكن فى الشكل ٩ - ٣ تظهر حالة الفوتون فى كل الأكوان منتهياً باتخاذ الطريق الذى يشير إلى اتجاه اليمين خلال المرآة ولكن لا ينتقل أو ينعكس إلى الأسفل فى أى كون وهكذا تكون كل الأكوان متشابهة فى نهاية التجربة، ولو أنهم كانوا فى البداية متميزين، وتداخلوا مع بعضهم فقط للحظة تمثل قدرًا ضئيلاً من الثانية فيما بينهم.

هذه الملحوظة عن التداخل غير العشوائى لا مهرب لها من دليل صغير عن وجود متعدد الأكوان، مثلها مثل ظاهرة الظلال. لأن النتيجة التى وصفتها تتعارض مع أى من المسارات الممكنة التى يتخذها عنصر فى كون واحد. إذا أطلقنا فوتون فى اتجاه اليمين من الذارع اليمنى للمدخل، مثلاً، سوف يمر ربما من خلال المرآة شبه الفضية كما فعل الفوتون فى تجربة التداخل. ولكن ربما لا يفعل - فى بعض الأحيان ينعكس

إلى أسفل. وبالمثل فإطلاق فوتون إلى أسفل الذراع اليمنى ربما ينعكس في اتجاه اليمين كما في تجربة التداخل، أو ربما يرتحل مباشرة إلى الأسفل. وهكذا في أى مسار ستوجه إليه فوتون واحد إلى داخل الأدوات سوف يظهر أو يبرز عشوائياً. فقط عندما يقع التداخل بين المسارين فإن النتيجة تكون قابلة للتنبؤ بها. إذا تلا ذلك ما ظهر عبر الجهاز بالضبط قبل نهاية تجربة التداخل لا يمكنه أن يكون فوتوناً واحداً ومساراً واحداً: إنه لا يمكنه على سبيل المثال أن يكون مجرد فوتوناً مرتحلاً إلى الذراع الأسفل. لا بد أن هناك شيء آخر قد منعه من الارتداد مباشرة إلى الأسفل. ولا أن هناك مجرد فوتون يرتحل إلى يمين الذراع، مرة أخرى، لا بد أن هناك شيء آخر يمنعه من الارتحال مباشرة إلى الأسفل، كما يبدو أحياناً، كأنه وحده هناك. فقط مع الظلال يمكننا أن نبني مزيداً من التجارب لإظهار أن هذا "الشيء الآخر" له كل خواص الفوتون المرتحل في مسار، ويتداخل مع الفوتون الذى نراه فى كوننا بدون وجود شيء آخر معه.

طالما أنه لا يوجد سوى نوعين مختلفين من الأكوان فى هذه التجربة، فإن حسابات ما يمكن أن يحدث سوف تستغرق فقط ضعف ما كان ليحدث لو أن عنصراً يخضع للقوانين التقليدية مثلاً كما لو كنا نحسب مسار كرة بلياردو. معامل من اثنين سوف يحيل الأمر بصعوبة أو هذه الحوسبة إلى شيء عسير المعالجة. على أية حال، لقد رأينا بالفعل أن التعددية فى مستواها الأكبر هى من الأمور التى يمكن تحقيقها بسهولة. فى تجربة الظلال مر الفوتون عبر حائل به عدة ثقوب ثم سقط على شاشة. افترض أن ثمة آلاف من الثقوب فى الحائل هناك أماكن فى الشاشة أو مواضع يستطيع الفوتون السقوط عليها (يسقط فعلاً فى بعض الأكوان) وأماكن لا يمكن له السقوط عليها. لكى نحسب ما هى النقطة المحددة التى يمكنها أو لا يمكنها استقبال الفوتون على الشاشة، لا بد لنا أن نحسب تأثير المتداخل المتبادل فى ألف كون متوازي على أوجه الفوتون. وبالتحديد علينا أن نحسب ألف ممر من الحائل إلى النقطة المعينة

على الشاشة، ثم نحسب تأثيرات هذه الفوتونات على بعضها البعض لتحديد ما إذا كان هناك أو لم يكن هناك ما يمنعها من الوصول إلى هذه النقطة. وهكذا نحتاج لوقت متضاعف ألف مرة للحوسبة فيما لو كنا نعمل على عنصر واحد تقليدي سيصطدم بنقطة ما أولاً.

تعقيدات هذا النوع من الحوسبة توضح لنا أن هناك ما يحدث أكثر بكثير في بيئة ميكانيكية كمية مما تلتقى به العين، بالمعنى الحرفي للكلمة، لقد ناقشت أثناء التعبير عن معيار د. جونسون للحقيقة من خلال مصطلحات تعقيدات الحوسبة، أن هذه التعقيدات هي السبب الرئيسي في أنها لا تجعل لإنكار وجود بقية متعدد الأكوان أى معنى. ولكن ثمة تعددية على مستوى أكبر تكون ممكنة عندما يكون هناك عنصران أو أكثر متفاعلان عبر ظاهرة تداخل. افترض أن أى من هذين العنصرين المتفاعلين له (مثلاً) ألف مسار مفتوح أمامه. الاثنان يمكنهما فى مليون حالة مختلفة فى مرحلة متوسطة من التجربة، ومن ثم يكون هناك مليوناً من الأكوان تختلف عن بعضها حيث يعمل هذان العنصران. وإذا كان ثمة ثلاثة عناصر تتفاعل مع بعضها، يمكن أن يكون عدد الأكوان المختلفة واصلًا إلى البليون، وإذا كانت أربعة عناصر يكون الرقم هو تريليون، وهكذا. وبهذا الشكل يكون عدد التآريخات المختلفة التى يجب أن نحسبها إذا أردنا التنبؤ بماذا سيحدث فى مثل هذه الحالات سيتزايد بشكل أسى مع عدد العناصر المتفاعلة مع بعضها. هذا هو السبب فى أن نظام كمى نموذجى سوف يسلك بطريقة فعلا ويصدق كغير قابل للتشكل.

عدم القابلية تلك هى التى قام فانيمان بتجربتها. ويمكننا أن نرى أنه لا علاقة لها بعدم القابلية للتنبؤ: بل على العكس فإنه يُعبر عنها بوضوح فى الظاهرة الكمية التى ترتفع فيها درجة القابلية للتنبؤ. لأنه فى مثل هذه الظاهرة فإن نفس النتيجة تقع فى كل الأكوان، ولكن هذه النتيجة هى نتاج للتداخل بين عدد واسع من الأكوان التى كانت متميزة أو مختلفة أثناء التجربة. كل هذا من حيث المبدأ متوقع كقابل للتنبؤ من خلال

نظرية الكم وليس على الحساسية تجاه الشروط المبدئية. والذي يجعله صعب التنبؤ هو أن مثل هذه التجارب تتطلب عادة كميات هائلة من عمليات الحوسبة عند إجرائها لها.

عدم القابلية للتشكيل - من حيث المبدأ - تعتبر عائقا أكبر للعالمية من عدم القابلية للتنبؤ مهما كانت درجته. لقد قلت بالفعل أن محاكاة دقيقة ومتكاملة لعجلة الروليت لن تحتاج - ويجب ألا تحتاج - أن نعطي تتابع الأرقام كما هي عليه في الواقع. إنما نستطيع (أو يجب أن نستطيع يوما ما) أن نقيم محاكاة للجو، وإن كانت لن تتطابق مع الأحوال الجوية التي كانت في يوم ذي تاريخ محدد فإنها - مع ذلك - بالغة الواقعية في سلوكها لدرجة أن مستخدما، مهما كان خبيرا، لن يكون قادرا على تمييزها عن الجو الأصلي: نفس الأمر يصدق على أى بيئة لا ترينا آثار التداخل الكمي (التي تعنى معظم البيئات). محاكاة مثل هذه البيئة في الحقيقة التقديرية هي مهمة حوسبة قابلة للتشكل. ومع ذلك ستظهر على أن محاكاة عملية تكون ممكنة لبيئة ترينا آثار التداخل الكمي. بدون عمل كميات حوسبة مهولة لكن كيف نتأكد في مثل هذه الحالات أن البيئات المحاكية لن تفعل أشياء لم تقم بها البيئة الأصلية بصراحة، بسبب بعض من ظاهرة التداخل.

يبدو طبيعيا أن نستنتج أن الحقيقة، بعد كل شيء، لا تُعرض محوسبة وذات عالمية أصلية، لأن ظاهرة التداخل لا يمكن محاكاتها بفاعلية أو بشكل مفيد. ومع ذلك فقد استنتج فاينمان بشكل صحيح النتيجة العكسية! بدلاً من النظر إلى قابلية محاكاة ظاهرة كمية كما لو كانت عقبة فإنه نظر إليها على أنها فرصة. لو كان حساب استنتاج ما سيجرى في تجربة تداخل سيحتاج هذا الكم الكبير من الحوسبة، فإن عملية إقامة هذه التجربة وقياس مخرجاتها أو نتائجها يعادل تنفيذ حوسبة معقدة. وهكذا سبب فاينمان هذا بأنه يمكن، بعد كل شيء، لنا إقامة أو تنفيذ مثل هذه التجارب إذا ما رَوَدنا الكمبيوتر الذي سيقوم بها بأشياء ذات طبيعة ميكانيكية. سيختار الكمبيوتر -

حينئذ - أياً من القياسات التي يتوجب عملها على قطع إضافية من الهاردوير الكمي وهو في سبيله لأن يدمج نتيجة القياسات في عملية الحوسبة الشاملة.

القطعة الإضافية من الهاردوير ذي الطابع الكمي سوف تكون من حيث التأثير كما كانت هي ذاتها كمبيوتر. على سبيل المثال فإن المدخال يمكنه أن يقوم بعمل مثل هذه القطعة ومثل أى شيء فيزيائى آخر يمكن التفكير فيه على أنه كمبيوتر - وقد نسميه فى أيامنا هذه: كمبيوتر لغرض خاص. نقوم ببرمجته من خلال وضع المرايا بمواضع هندسية معينة ونقذف فوتوناً واحداً على المراة الأولى. فى تجربة تداخل غير عشوائى سوف يبرز الفوتون فى اتجاه واحد معين، محدد بسبب مواضع المرايا، ونستطيع أن نستنتج أن هذه الاتجاه يشير إلى نتيجة الحوسبة. فى تجربة أكثر تعقيداً، بها عدة عناصر متفاعلة مع بعضها، مثل هذه الحوسبة، كما أوضحت، ستصبح بسهولة غير قابلة للتشكل. وما دمنا نستطيع بسهولة الحصول على النتائج بتنفيذ هذه التجربة، فهى فى الواقع لم تعد غير قابلة للتشكل. الآن يجب أن نكون أكثر حرصاً تجاه المصطلحات المستخدمة.

يحدث أن هناك أهداف حوسبية غير قابلة للتشكل إذا ما حاولنا إجرائها عبر استخدام الكمبيوتر الموجود حالياً، لكنها ستكون قابلة للتشكل إذا استخدمنا أشياء ميكانيكية كمية ككمبيوترات ذات غرض خاص (لاحظ حقيقة أن الظاهرة الكمية التي يمكن استخدامها للحوسبة بهذه الطريقة تعتمد على أنها ليست معرضة "لفوضى". إذا كانت مخرجات الحوسبة ليست عالية الحساسية كوظيفة للحالة المبدئية، برمجة هذه الميزة بوضعها فى الحالة المبدئية المناسبة ستكون مهمة صعبة ومستحيلة).

استعمال وسيلة كمية إضافية بهذه الطريقة ربما تعتبر نوعاً من الغش، طالما أن أى بيئة يتضح أنه من السهل محاكاتها إذا استخدم المرء نسخة إضافية أو احتياطية لها للقياس أثناء المحاكاة. استحضر فاينمان صورة ذهنية بأنه لن يكون ضروريا استخدام صورة حرفية للبيئة التي تمت محاكاتها لأنه من الممكن العثور على طريقة



أكثر سهولة بإنشاء وسيلة إضافية لها خواص تداخلية سوف تكون مع ذلك، متشابهة مع البيئة المستهدفة. وفي هذه الحالة يستطيع كمبيوتر عادى أن يتم باقى المحاكاة، بالعمل عبر التشابه بين الميزة الإضافية والبيئة المستهدفة.

وتوقع فينمان أن هذه مهمة قابلة للتشكل. وأكثر من ذلك أنه حدس أو خمن على نحو صحيح، كما يبدو، أن كل الخواص الميكانيكية الكمية لأى بيئة مستهدفة يمكن مشابهتها خلال وسائل إضافية من طراز خاص حددها هو (أعنى نظام من الذرات - "الزاوية" المغزلية الحركة تتفاعل كل منها مع جاراتها) وسمى هو كل هذه المزايا "مشابه أو محاكى كمى عالمى".

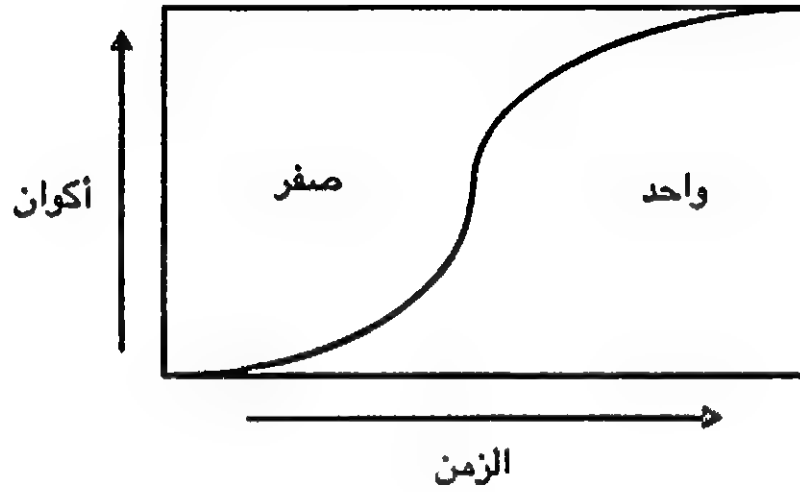
ولكنها ليست ماكينة واحدة، كما يجب أن تكون للتقويم ككمبيوتر عالمى. التفاعل الذى ستحدثه الذرات فى هذا المشابه أو المحاكى لن تتحقق مرة واحدة وللأبد، كما فى الكمبيوتر العالمى، ولكنه يحتاج لإعادة هندسته للتشابه مع كل بيئة مستحدثة. النقطة هنا هى أن العالمية تعنى إمكانية برمجة ماكينة واحدة تخصص مرة واحدة وللأبد لتحقيق أية حوسبة أو محاكاة أى بيئة ممكنة فيزيائياً. فى عام ١٩٨٥ برهنت على أنه فى ظل الفيزياء الكمية ثمة وجود لكمبيوتر كمى عالمى. البرهان كان مباشراً وسهلاً. كل ما كان على أن أفعله هو تقليد إنشاءات تورنج، مع استخدام النظرية الكمية لتعريف الفيزياء الحديثة بدلا من الميكانيكا التقليدية التى افترضها تورنج بوضوح. الكمبيوتر الكمى العالمى يمكنه أن يحقق حوسبة يستطيع أى كمبيوتر كمى آخر (أو ماكينة من طراز ماكينات تورنج) أن يحققها، ويمكنه محاكاة أى عدد متناه من البيئات الممكنة فيزيائياً وذلك فى الحقيقة التقديرية. والأكثر من ذلك، ومنذ تبين أن الزمن والوسائل الأخرى التى يمكن أن نحتاج إليها لتحقيق هذه الأشياء لن تزيد بطريقة أسية مع حجم تفاصيل البيئة التى يتم محاكاتها، وهكذا فإن الحوسبة ذات الصلة بالأمر ستكون قابلة للتشكل مع معايير نظرية التعقيد.

النظرية التقليدية للحوسبة والتي ظلت حوالى نصف قرن غير قابلة للتحدى، أصبحت الآن مهجورة فيما عدا، مثل باقى الفيزياء التقليدية، أنه يمكن اعتبارها كمخطط تقريبي. نظرية الحوسبة هي الآن: النظرية الكمية للحوسبة: لقد قلت أن تورنج استخدم الميكانيكا التقليدية مع إنشاءاته. ولكن بالاستفادة من التقدير المتأخر عن زمانه نرى الآن أنه حتى النظرية التقليدية للحوسبة لا تتطابق كلية مع الفيزياء التقليدية، وأنها تحتوى على ما يشير بقوة إلى النظرية الكمية. وليس صدفة أن الكلمة بايت bit تعنى أصغر كمية معلومات يمكن للكمبيوتر أن يتعامل معها، تعنى وبصفة أساسية نفس المعنى "كمه" .. أى مقدار مميز ومنفصل. المتغيرات المتميزة (المتغيرات التى لا تستطيع قبول استمرارية مستوى من القيم) هى بذاتها غريبة أو بعيدة أو نائية عن الفيزياء التقليدية . على سبيل المثال: إذا كان لمتغير ما قيمتان ممكنتان، فلنقل صفر وواحد، فكيف لنا أن نحصل على ١ من صفر (سألت هذا السؤال فى الفصل ٢). فى الفيزياء التقليدية عليك أن تقفز بدون استمرارية والذى يتعذر معه معرفة كيف تعمل القوى والحركة فى الفيزياء التقليدية. فى الفيزياء الكمية، ليس من الضرورى أى تغير غير استمرارى حتى لو كانت كل الكميات المقاسة تعتبر مميزة. إنها تعمل كالتالى:

دعنا نبدأ بتخيل مجموعة متوازية من العوالم مُعدّة فى هيئة رزمة من الكروت وهى الرزمة التى تعرض فى هيئتها العامة فكرة متعدد الأكوان (فى مثل هذا النموذج، والذى ترتب فيه الأكوان فى شكل تعاقبى، يتضح بقوة تعقيد متعدد الأكوان وإنما هو يكفى الإبراز وجهة نظرى هنا). والآن دعنا نعدل النموذج لناخذ فى اعتبارنا حقيقة أن تعدد الأكوان ليس مجموعة مميزة من الأكوان وإنما سلسلة متصلة منها، وأنه ليست كل الأكوان مختلفة عن بعضها. فى الواقع أنه مع كل كون يعرض لنا هنا أيضا سلسلة متصلة من الأكوان المتشابهة، مُشكّلا نسبة صغيرة، ولكنها ليست صفرا، من التعددية. فى نموذجنا هذه النسبة قد يمثلها سمك الكارت، باعتبار أن كل كارت الآن

يمثل كل الأكوان من الطراز المعين. ومع أنه على غير حالة سمك الكارت، فإن نسبة كل طراز من العوالم تتغير مع الزمن، في ظل قوانين الميكانيكا الكمية للحركة. وبناءً على ذلك في هذه النسبة من الأكوان التي لها خاصية معينة تتغير، وتتغير بشكل مستمر في حالة المتغير المميز الذي يتغير من صفر إلى واحد، افترض أن المتغير له القيمة صفر في كل الأكوان قبل أن يبدأ التغير، وبعد أن يتم تكون له القيمة واحد في كل العوالم. أثناء التغير التي فيها القيمة صفر تسقط بنعومة من نسبة ١٠٠٪ إلى صفر وفي العوالم التي بها المتغير قيمته واحد يرتفع متراسلاً مع الحالة السابقة من صفر إلى ١٠٠٪ شكل ٩ - ٤ يوضع مشهداً للتعددية حال التغير.

ربما يبدو من الشكل ٩ - ٤ أن الانتقال من القيمة صفر إلى القيمة واحد هو مستمر من حيث المبدأ من زاوية المشهد التعددي، ولكنه يظل غير مستمر من زاوية شخصية من وجهة نظر كون واحد، كما هو واضح، بخط أفقي في منتصف الشكل ٩ - ٤ ومع ذلك فهذا مجرد تحديد للرسم البياني، وليس ملمحاً حقيقياً لما يجري بالفعل ولو أن الرسم البياني يجعل الأمر يبدو كأنه في كل لحظة هناك كونا معيناً "تغير على التو" من صفر إلى واحد لأنه قد "عبر على الفور الحدود". ليست هذه هي الحقيقة. ولا يمكنها أن تكون لأن مثل هذا الكون يتطابق بصرامة مع كل كون آخر فيه الـ "بايت" له القيمة واحد في هذا الوقت. ولذا فإن كان سكان هذه الأكوان يمرون بتجربة أو خبرة التغير غير المستمر، يكون كل سكان الأكوان الأخرى كذلك. وبالتالي فلن يكون أى من كليهما قد مر بتلك الخبرة. وليس هذا فقط، كما سأشرح في الفصل ١١، فإن فكرة أن كل شيء يتحرك عبر رسم بياني مثل الشكل ٩ - ٤ الذي يتضح فيه الزمن. هي فكرة ببساطة خاطئة. في كل لحظة فإن الـ "بايت" لها القيمة واحد في نسبة معينة من الأكوان والقيمة صفر في نسبة أخرى. كل تلك الأكوان في هذا الوقت، موضحة في الشكل ٩ - ٤ أنها جميعاً لا تتحرك إلى أى مكان.



(شكل ٩ - ٤)

وجهة نظر عبر متعدد الأكوان

عن كيفية تغير البتة "bit" باستمرار من صفر إلى واحد.

ثمة طريقة أخرى تتضح فيها أن الفيزياء الكمية كانت ظاهرة في الحوسبة التقليدية هو ما انطوى عليه طراز ماكينة تورنج الكمبيوترى من أنه يعتمد على أشياء، مثل المواد الصلبة والمغناطيسية التي لا توجد في غياب تأثيرات الميكانيكا الكمية. على سبيل المثال فأى جسم صلب يتكون من صفوف من الذرات التي تتكون هي من خليط من الجسيمات المشحونة كهربياً (مثل الإلكترونات والبروتونات داخل النواة). ولكن بسبب "الفوضى" التقليدية فإن العناصر المشحونة لا يمكن أن تكون مستقرة في ظل القوانين التقليدية للحركة. العناصر المشحونة الموجبة والسالبة سوف تتحرك، ببساطة، من مواقعها وتتصادم بعضها مع البعض والبناء يتفسخ وينهار كله. فقط قوة التداخلات الكمية بين المسارات المختلفة التي تتخذها العناصر المشحونة في الأكوان المتوازية هي التي من شأنها أن تمنع هذه الكارثة وتجعل المادة الصلبة ممكنة.

بناء كمبيوتر كمى عالمى يقع أبعد كثيراً من قدرة التقنية المتاحة حالياً. وكما قلت فإن استكشاف ظاهرة تداخل يستلزم عادة وضع تفاعل صحيح بين كل المتغيرات التي هي مختلفة في العوالم التي تساهم أو تقوم بدور في التفاعل. وكلما تزايد التفاعل

بين العناصر المتصلة به، فإنه يصبح من الأصعب ميلها لهندسة تفاعلها ذاك الذي سيتمثل به التداخل - أعنى نتيجة الحوسبة - من بين الصعوبات التقنية الكثيرة في العمل على مستوى ذرة واحدة أو إلكترون واحد، وهو من أهمها ويتحصل في منع تأثير البيئة بالتداخلات المختلفة فيما قبل الحوسبة. لأنه لو أن مجموعة ذرات تمارس ظاهرة تداخل وتختلف تأثيراتها على ذرات أخرى في البيئة، فإنه لا يمكن حينئذ استكشافها بمقاييس المجموعة الأولى وحدها، ولم تعد المجموعة قائمة بعملية حوسبة كمية مفيدة، وهو ما يسمى "عدم الترابط de coherence" ويجب أن أضيف أن هذه المشكلة عادة ما يتم تقديمها على خلاف ما توحى به أو تعنيه، لقد طالما قيل لنا أن التداخل الكمي هو عملية رقيقة، ويجب حجبها عن أي نفوذ أو تأثير خارجي، وهذا خطأ، التأثير الخارجى قد يسبب عدم انضباط صغير، ولكن هل تأثير الحوسبة الكمية على العالم الخارجى هو الذى يتسبب فى عدم الترابط.

وهكذا فإن السباق بسبيله لبناء منظومات ميكروسكوبية التى تتفاعل فيها متغيرات حوامل المعلومات مع بعضها البعض، ولكنها تؤثر فى بيئتها بأقل قدر ممكن. وثمة تبسيط جديد واستثنائى بالنسبة لنظرية الحوسبة الكمية، جزئيا يُلَوَّى أو يغير بشكل مفاجئ الصعوبات التى يسببها عدم الترابط. إنه يسير هكذا، على غير الحوسبة التقليدية عندما يحتاج المرء لهندسة عوامل منطقية تقليدية مثل "و" أو "لا"، فإن الشكل المحدد للتفاعل تصبح أهميته صعبة فى الحالة الكمية. فعليا: أى نظام تفاعل مستوى ذرى وبمقادير صغيرة، طالما أنه غير مترابط، فإنه يمكن أن يتم ليمثل حوسبة كمية مفيدة.

ظاهرة التداخل التى تتضمن عددا واسعا من الجسيمات، مثل فرط (التوصيلية) "التماسك"، وفرط السيولة، هما معروفتان ولكن يبدو أن أيهما لا يمكن استخدامها، فى عمل حوسبة مثيرة. من وقت كتابة هذا يمكن تحقيق بايت واحدة من الحوسبة الكمية فى المعامل. التجريبيون على ثقة، مع ذلك، أنه فى خلال السنوات القليلة القادمة سوف ينشئون ، من البوابات الكمية ما لها اثنان أو أكثر من البايث (الكم المعادل للعوامل

المنطقية الكلاسيكية) تلك هي المكونات الرئيسية للكمبيوترات الكمية. بعض الفيزيائيين وأبرزهم رولف لانداور(\*) Rolf Landauer من معمل بحوث IBM يتفاعلون بشأن مشاريع إحداث مزيد من التقدم بعد ذلك. ويعتقدون أن عدم الترابط لن يتم إنقاذه أبداً إلى الحد الذي يمكن فيه القيام بقليل من خطوات الحوسبة الكمية المتعاقبة. معظم الباحثين في المجال متفائلون بدرجة أكبر كثيراً (ولو أن هذا يرجع إلى أن الباحثين المتفائلين هم الذين يختارون العمل في مجال الحوسبة الكمية). بعض الكمبيوترات الكمية ذات الغرض الخاص قد تم بناؤها بالفعل، ورأى الخاص أن عدداً أعقد من هذه سوف يظهر في غضون سنوات وليس عقود. وبالنسبة للكمبيوتر الكمي العالمي، أتوقع أن بناءه هو مسألة وقت، ولو أنني أفضل ألا أتنبأ بهل سيتم ذلك عبر عقود أو قرون .

حقيقة إن إعادة العرض في الكمبيوتر الكمي العالمي تشمل بيئات تكون محاكاتها قابلة للتشكل تقليدياً، وهي والتي منها تستخدم مستويات جديدة من الحوسبة الرياضية البحتة كلاهما قابلة للتشكل بدورها. لأن قوانين الفيزياء، كما قال جاليليو، يتم التعبير عنها بلغة رياضية، وأن محاكاة أي بيئة معادل أو مساوٍ لتقويم وظائف رياضية معينة. وبالطبع، كثير من الأهداف الرياضية قد تم اكتشافها ويمكن تنفيذها عبر الحوسبة الكمية بكفاءة، بينما كل الطرق المعروفة تقليدياً غير قابلة للتشكل. معظم المشاهد المتحصلة من هذه يتمثل في عملية تحليل الأرقام الكبيرة وهي الطريقة المعروفة باسم حساب شور Shors algorithm (أثناء بروفات هذا الكتاب ثم اكتشاف مشاهد

---

(\*) رولف لاندوير Rolf Landauer (١٩٢٧ - ١٩٩٩) كان باحثاً بارزاً في IBM ويعرف بشدة لريادته في نظرية الكهرباء التوصيلية وفيزياء المعلومات حيث كانت له نظرية اقترنت به عن انتقال الإلكترون عُرِفَتْ بـ"صيغة لاندوير" على أساس احتمالية أن الإلكترونات التي تدخل موصلاً ما سوف تظهر بعيداً عند عودتها لنقطة الدخول. وكان قد تم إهمال فكرته تلك في البداية ثم أُعيد اكتشافها عام ١٩٨٠ وحظيت بانتشار واسع وحملت الاسم المشار إليه. (المترجم)

أكثر تتعلق بالحساب الكمي بما فيها حساب جروفر Grover's algorithm لبحث قوائم مطولة بسرعة كبيرة).

حساب "شور" بسيط بطريقة استثنائية أو رائعة ويتطلب مزيداً من الهاردوير المتواضع أكثر مما يحتاجه كمبيوتر كمي عالي، ولذلك سيتم بناء ماكينة تحليل كمي قبل زمن طويل قبل أن تكون تقنية مدى كامل من الحوسبة الكمية في متناول اليد. وهذا سيكون أمر له معنى كبير في علم النظم السرية cryptography (علم تأمين الاتصالات وتوثيق المعلومات أو جعلها موثوقاً بها) وشبكات الاتصالات الواقعية ربما تكون عالمية(\*) وتتمتع بمدى واسع من النظم المتغيرة باستمرار من المشاركين وما هو غير متوقع من نماذج الاتصال. ومن غير العملي أن نطلب مقدماً من كل زوج من المشاركين شخصياً، بتغيير المفاتيح السرية التي تسمح له بالاتصال فيما بعد بدون خوف من استراق السمع. المفتاح السري العام هو أي طريقة لإرسال معلومات سرية بينما الرسائل والمستقبل لا يتبادلان بالفعل أي معلومات لها طابع السرية. أكثر الوسائل أمناً لمفتاح سري عام يعتمد على عدم القابلية للتشكل لمشكلة تحليل الأرقام الكبيرة. هذه الطريقة تعرف بالاختصار النظام السري RSA وهي الأحرف الأولى من أسماء كل من رونالد ريفست(\*\*) Ronald rivest وأدي شامير(\*\*\*) Adi Shamir

---

(\*) كلمة عالمية (وعالمية) في الأصل الإنجليزي Universal وتعني أيضاً عام أو شامل وأنا أفضل التعبير الأخير. (المراجع)

(\*\*) رونالد ل. ريفست Ronald L. Rivest أمريكي يعمل أستاذاً في الهندسة الكهربائية وعلوم الحاسب، يهتم بأبحاث الشفرة وتأمينها، والحاسب، وتأمين الشبكات المعلوماتية، والتصويب الإلكتروني وعلوم الحاسب، وله عضوية مؤثرة بالجمعيات والمعامل العاملة في ذات المجالات مثل جمعية علوم الكمبيوتر والذكاء الاصطناعي وغيرها. (المترجم)

(\*\*\*) أدي شامير Adi Shamir إسرائيلي مولود عام ١٩٥٢ ومتخصص في الشفرة، واخترع مع رون ريفست Ron Rivest حسابات ال RSA، وله مساهمات عديدة مع زميله Urid Feige، و Amos Fiar في مجالات الشفرة وعلوم الحاسب. (المترجم)

وليونارد أدلمان Leonard Adelman اللذين اقترحوه عام ١٩٧٨ . وهى تعتمد على إجراء رياضى يمكن فيه تحويل رسالة إلى شفرة باستخدام عدد كبير (مكون من ٢٥٠ رقما مثلا) كعدد مفتاح. المستقبل يستطيع بحرية أن يجعل هذا المفتاح عاما لأن أى رسالة مشفرة من خلاله يمكن تشفيرها بمعاملات هذا الرقم. وهكذا أستطيع اختيار اثنين من ١٢٥ رقم أحادى من الأرقام الأولية وأحتفظ بها سرا، وإكثارهما إلى ٢٥٠ رقم أحادى هو منتج عام. أى فرد يمكنه أن يرسل لى برسالة مستخدما هذا الرقم كمفتاح، ولكن أنا وحدى سأستطيع قراءة الرسالة فقط لأننى أعرف سر المعاملات.

كما قلت ليست هناك أية صيغة عملية لتحليل الـ ٢٥٠ رقم أحادى بالطرق التقليدية، ولكن التحليل الكمى بواسطة الماكينة التى ستجرى عملية حساب شور سوف تقوم به باستخدام عدة آلاف من العمليات الحسابية، التى لن تستغرق سوى دقائق قليلة. وهكذا سيستطيع أى فرد لديه هذه الآلة أن يقرأ بسهولة أى رسالة واردة لها طابع سرى من خلال استخدام نظم السرية.

لن يكون جيدا بالنسبة للقائمين بعملية النظم السرية (كالتشفير) أن يختاروا أعداد كبيرة كمفتاح لأن الوسائل التى يتطلبها حساب شور تتزايد بطريقة بطيئة تبعا لحجم الأعداد التى يجرى تحليلها. فى النظرية الكمية الحوسبية تصبح مهمة تحليل الأرقام عملية قابلة جدا للتشكل. من المظنون أنه فى حضور مستوى معين من عدم التماسك أو الترابط، سوف يكون هناك مرة ثانية حدود عملية على حجم الرقم الذى يمكن تحليله، ولكن ليس ثمة حد أدنى على درجة عدم التماسك الممكن تحقيقها تقنيا. وهكذا يجب أن نستنتج أنه فى يوم ما من المستقبل، فى زمن لا يمكن التنبؤ به حاليا، ستصبح الطرق السرية RSA مهما كان طول المفتاح المستخدم، غير آمنة. بمعنى معين، قد يجعلها غير آمنة حتى فى أيامنا هذه بالنسبة لأى فرد أو أية منظمة سجلت لديها طريقة سرية RSA فى يومنا هذا، وتنتظر حتى تستطيع شراء ماكينة تحليل كمية



بمستوى أقل تماسكا، وبالتالي سوف تكون قادرة على حل شفرة أى رسالة. لن يحدث هذا قبل قرون وربما عقود - وربما أقل من يستطيع أن يخبرنا؟ ولكن أرجحية هذا بالنسبة للوقت وطوله، فإن ما يبقى لنا هو الأمان التام السابق لنظام RSA.

عندما تقوم ماكينة التحليل الكمي بتحليل رقم من ٢٥٠ رقم أحادي فإن عدد الأكوان المتداخلة سوف يكون فى حدود  $10^{100}$  أى واحد وبجانبه ٢٥٠ صفرا وهذا الرقم المذهل فى طوله هو الذى يجعل من حساب تورنج فى التحليل قابلا للتشكل. وقد قلت أن هذا الحساب يتطلب فقط عدة آلاف من عمليات الحساب. وأعنى بالطبع عدة آلاف من العمليات التى تجرى من كل مشارك فى الإجابة. كل هذه الحوسبة تقع بالتوازي فى أكوان مختلفة، وتشارك فى نتائجها من خلال التداخل.

ربما تتعجب كيف يمكننا حث نظرائنا فى  $10^{100}$  من الأكوان المنفردة لتبدأ العمل فى هدفنا التحليلي. ألن تكون لهم أجندتهم فى استخدام كمبيوتراتهم؟ لا. كما ليس ثمة ضرورة لحثهم على ذلك. حساب شور يعمل مبدئيا على مجموعة من الأكوان متشابهة مع بعضها البعض، ويتسبب بالتالى فى أن تصبح متميزة مع حدود ماكينة التحليل. وهكذا فنحن الذين حددنا الرقم الذى سيجرى تحليله، والذى ننتظر حوسبة الإجابة عليه، نكون متشابهين فى كل الأكوان المتداخلة. وبلا شك فتمة أكوان أخرى برمجنا فيها أعدادا مختلفة والتى لم تنشئ أبدا بعد ماكينات التحليل على الإطلاق. ولكن هذه الأكوان تختلف عن أكواننا فى كثير من المتغيرات، وربما أكثر بالتحديد فى المتغيرات القابلة للتشكل بالطريقة الصحيحة من خلال البرمجة بطريقة حساب شور وبالتالي لا تتداخل مع أكواننا.

المناقشة التى جرت فى الفصل الثانى إذا ما طبقت مع أى ظاهرة تداخل من شأنها أن تحطم الفكرة التقليدية بأن هناك كون واحد. منطقيا فإن إمكانية الحوسبة الكمية المعقدة لم تضيف شيئا إلى حالة باقية فعليا بدون إجابة. ولكنها تضيف تأثيرا نفسيا. منذ حساب شور، أصبحت المناقشة متماسكة بشكل واسع. ولهؤلاء المتمسكين

بفكرة الكون الواحد، اقترح عليهم كنوع من التحدي: كيف يعمل حساب شور؟ . أنا لست مجرد أعنى توقع أنه سيعمل، والتي هي مسألة حل معادلات غير مُختلف عليها ولكن أعنى الإمداد بتفسير. عندما يحل حساب شور رقما ما مستخدما  $10^{500}$  أو حولها من المرات فإن الوسائل الحوسبية التي يمكن أن نشاهدها: أين منها الرقم الجارى تحليله؟ هناك حوالى  $10^{80}$  من الذرات فى كل الكون المنظور، وهو إذن منطوق صغير جدا بالمقارنة مع  $10^{500}$  وعليه فإن كان الكون المنظور هو امتداد للحقيقة الفيزيائية، فإنه الحقيقة الفيزيائية ولو شكل بعيد ستشمل الوسائل المتطلبة لتحليل مثل هذا الرقم الكبير. من القائم بالتحليل إذن؟ كيف ومتى تحققت أو نفذت الحوسبة؟

لقد ناقشت الطرازات التقليدية ذات الأغراض الرياضية التي سوف تقوم بتنفيذها الكمبيوترات الكمية بشكل أسرع من الماكينات الموجودة. ولكن يظل هناك مستوى إضافي جديد من المهام المفتوحة أمام الكمبيوترات الكمية والتي لن تستطيع الكمبيوترات التقليدية تنفيذها على الإطلاق. من خلال صدفة غريبة فإن أول هذه المهام التي أكتشفت هي أيضاً تتعلق بالمفتاح الأعم للنظم السرية. وليس فى هذه المرة لفك شفرة نظام قائم أو اقتحامه، ولكن بزرع نظام أمن بشكل مطلق من النظم السرية الكمية. فى عام ١٩٨٩ بمركز أبحاث IBM بمرتفعات مدينة يورك بنيويورك York town Heights, Ny وفى مكتب المُنظَر تشارلز بينيت Charles Bennett (\*) الذى تم فيه بناء أول كمبيوتر كمى. والذى كان من ذوات الغرض الخاص ويشتمل على زوج من النظم

---

(\*) تشارلز هـ. بينيت Charles H. Bennett (مولود عام ١٩٤٣) أمريكى حاصل على الدكتوراه فى علوم الكمبيوتر من جامعة هارفارد، ويعمل باحثاً فى IBM وتتركز بحوثه حالياً فى إعادة بحث الأسس الفيزيائية للمعلومات حيث يلعب دوراً هاماً فى وصل الفيزياء بالمعلومات خاصة الفيزياء الكمية بالمشكلات التي تحيط بالتغيرات التي تلحق بالمعلومات كما له اهتمام بالخلاويات الأوتوماتية، والحوسبة المنعكسة.  
(المترجم)

السرية الكمية كمزايا له والمصمم بمعرفة بينيت وجيلز برازرد Gilles Brassard (\*) بجامعة مونتريال. لقد كانت أول ماكينة سبق تنفيذها. لتحقيق ما لا تستطيع تنفيذه ماكينات تورنج للحوسبة غير الفعالة.

فى نظم بينت وبرازرد للشفرات الكمية يتم تشفير الرسائل عبر حالات فوتونات مستقلة يتم قذفها بواسطة الليزر. ولو أننا احتجنا لعديد من الفوتونات لنقل رسالة (فوتون لكل بايت، فضلا عن مزيد من الفوتونات الضائعة بلا فاعلية)، فالماكينة يمكن بناؤها بالتقنية القائمة لأنها تحتاج لتحقيق حوسبتها الكمية إلى فوتون واحد فقط للمرة الواحدة. أمان النظام يقوم على عدم القابلية للتشكل ولا على التقليدية أو الكمية ولكن مباشرة على نسبة التداخل الكمي، هو الذى يعطينا الأمان المطلق الذى ليس فى متناول اليد. ليس هناك قدر للحوسبة المستقبلية فى أى نوع من الكمبيوتر، لدى ملايين أو تريليونات السنين سوف تساعد فى اقتحام أو اختلاس النظر إلى النظم السرية الكمية للرسائل، لأنه لو أن أحداً اتصل من خلال وسيط يبدى تداخلا، يمكن استكشاف المسترق النظر: بالنسبة للفيزياء التقليدية ليس هناك ما يمنع مقتحما له التحام فيزيائى مع وسيط اتصالى، كخط تليفونى مثلا، من تركيب ميزة استماعية حاسمة. ولكن، كما شرحت، إذا قام امرؤ بأى قياس على نظام كمى يمكن أن يغير بالتالى خواص التداخل. بروتوكول أو نظام الاتصال يعتمد على هذا التأثير. عضوى الاتصال يستطيعان بكفاءة أن يقيما تجربة تداخل معادة، وإيصالها بقناة اتصال عامة. فإذا نجح التداخل فى إيضاح عدم وجود مختلس أو مقتحم فإنهما يستطيعان الاستمرار إلى الخطوة التالية من البروتوكول، التى يستخدم فيها جزء من المعلومات

---

(\*) جيلز برازرد Gilles Brassard (مولود ١٩٥٥) كندى حاصل على الدكتوراه من جامعة كورنيل عام ١٩٧٩ فى علوم الحاسب وأصبح أستاذا لها وهو لم يتعد الـ ٣٣ من العمر، وتنقل كأستاذ زائر فى كل من فرنسا وأمريكا وأمستردام وبروكسل وأستراليا، ومما يعرف عنه نشاطاته فى نظرية التعقيد والحساب العشري وبناء المعلومات كما أن له ثلاثة مؤلفات ترجمت إلى ثمان لغات. (المترجم)

المنقولة كمفتاح للنظام السرى. وفى حالة أسوأ إذا استطاع المقتحم المصر على منع عملية الاتصال من أن تحدث على الإطلاق (ولو أنه من الأسهل لتنفيذ ذلك هو قطع خط التليفون). ولكن لقراءة رسالة فإن المُستقبل المُستهدف هو الذى يستطيع ذلك، وضمان ذلك يتمثل فى قوانين الفيزياء. لأن النظم السرية الكمية التى تعتمد على التعامل مع الفوتونات المنفردة، تعاني من محدودية هامة أو رئيسية. كل فوتون يستقبل بنجاح حاملا بايتا واحدا من الرسالة لا بد على نحو ما أن ينقل من الناقل إلى المُستقبل دون مساس به. ولكن كل وسيلة للنقل تشتمل على عناصر ضائعة، وإذا كانت الرسائل ثقيلة جدا فلن تصل أبدا. إقامة محطات لمراقبة الصور التليفزيونية (وهى العلاج لهذه المعضلة فى نظم الاتصال القائمة) ستكون بمثابة تسوية لعملية الأمان لأن المقتحم يستطيع دون أن يستكشف مراقبة ما يجرى فى هذه المحطات تليفزيونيا أيضا. أحسن النظم السرية الكمية القائمة تستخدم كوابل من النسيج البصرى ولها مدى حوالى عشرة كيلو مترات. وهذه ستكون كافية مثلا لتغطية نظم المال لمدينة بنظام اتصال داخلى مطلق الأمان. الأنظمة الخاصة بالأسواق لن تكون بعيدة جدا عن هذا، ولكن لحل معضلة المفتاح العام للنظم السرية بشكل عام، مثلا للاتصالات العالمية، فإنه من المُتطلب مزيد من التقدم فى النظم السرية الكمية.

الأبحاث النظرية والتجريبية تتسارع على اتساع العالم والأكثر أنها واعدة بتقنية جديدة لتحقيق الكمبيوترات الكمية ومزيد من المقترحات فى هذا الشأن، كما أن نماذج من الحوسبة الكمية لها مزايا متعددة عن الحوسبة التقليدية يتم تحليلها واكتشافها باستمرار. أنا أجد فى هذه التطورات أمرا مثيرا، وعلى يقين بأن بعضاً منها سوف يأتى بثماره. ولكن لأبعد ما يهتم به هذا الكتاب فإن ذلك يعد أمرا جانبيا، ومن جهة نظر استشرافية فلا يهم لأى مدى تكون فائدة الحوسبة الكمية بما ستكون عليه، ولا يهم أننا بنينا أول كمبيوتر كمى فى الأسبوع القادم أو فى مدى قرون من الآن أو لن يمكننا بناؤه أبدا. نظرية الحوسبة الكمية يجب أن تكون على أى حال متممة أو مكملة

كجزء من وجهة نظر أى شخص يسعى لمعرفة أصلية بالحقيقة. الذى تقوله لنا الكمبيوترات الكمية عن العلاقات بين قوانين الفيزياء، العالمية، وعدم العلاقة أو العلائقية بين أوتار أو خيوط تفسير نسيج الحقيقة، نستطيع أن نكتشفها، ونحن نكتشفها بالفعل، من خلال دراستها نظريا.

### اصطلاحات:

الحوسبة الكمية: Quantum computation	الحوسبة التى تتطلب عمليات ميكانيكية كمية، التداخل على وجه الخصوص، وبكلمات أخرى هى الحوسبة التى تتحقق بالتعاون بين الأكوان المتوازية.
الحوسبة الأسية: Exponential computation	الحوسبة التى تتطلب وسائلها (كما يتطلب الوقت) أن تتزايد بمعامل استمرارى تقريبي مع كل رقم (أقل من عشرة) إضافي فى مدخلاتها.
القابلية وعدم القابلية للتشكيل Tractable/ Intractable	(قاعدة سهلة تقريبية): - تعتبر الحوسبة قابلة للتشكل إذا كانت وسائلها تتطلب لتحقيقها ألا تتزايد بمعدل أسى مع الأرقام دون العشرة فى مدخلاتها.
الفوضى (العشوائية): Chaos	عدم الاستقرار فى حركة معظم النظم التقليدية. كل اختلاف بين حالتين مبدئيتين يعطينا بروزا لنمو أسى للاختلاف أو الانحراف بين المسار المنحنى للنتائج عنهما. ولكن الحقيقة تخضع لكم وليس للفيزياء التقليدية. عدم القابلية للتنبؤ الناتجة عن الفوضى هى فى العموم

مغمورة بعدم الغائية الناتجة عن أن الأكوان المتشابهة تصبح مختلفة.	
الكمبيوتر الكمي العالمي: Universal quantum computer	الكمبيوتر الذي ينفذ أي حوسبة يستطيع أن ينفذها أي كمبيوتر كمي عالمي آخر، ويحاكي أي عدد نهائي للبيئات الممكنة فيزيائياً في الحقيقة التقديرية.
النظم السرية الكمية: Quantum cryptography	أي شكل للنظم السرية يمكن تنفيذه من خلال الكمبيوترات الكمية وليس بالكمبيوترات التقليدية.
الكمبيوتر الكمي ذو الغرض الخاص: Special-purpose quantum computer	هو كمبيوتر كمي، مثل ميزة النظم السرية الكمية أو ماكينة التحليل الكمي، واللذان كليهما ليس كمبيوتراً كمياً.
عدم التماسك: decoherence	إذا كانت ثمة أفرع للحوسبة الكمية، في الأكوان المختلفة، تؤثر على البيئة بشكل مختلف، وبالتالي يقل أو ينقص التداخل، وربما تفشل حينئذ عملية الحوسبة. عدم التماسك هو العنصر الرئيسي للتحقق العملي لكمبيوترات كمية أكثر قوة.

## الخلاصة :

قوانين الفيزياء تسمح للكمبيوترات باستطاعة محاكاة كل بيئة ممكنة فيزيائيا بدون استخدام غير عملي واسع من الوسائل وهكذا فإن الحوسبة العالمية ليس فقط مجرد ممكنة، كما يتطلب مبدأ تورنج، وإنما أيضا قابلة للتشكل. ظاهرة الكم ربما تشمل عدد واسع من الأكوان المتوازية، وبالتالي قد لا تكون قادرة على أن تصبح متشابهة بكفاءة مع عالم واحد. ومع هذا فهذا الشكل من العالمية لا يزال يحمل في طياته الكثير، وبسبب أن الكمبيوترات الكمية يمكنها بكفاءة محاكاة أى بيئة فيزيائية كمية ممكنة، حتى ولو أن عددا كبيرا من الأكوان يتفاعل مع بعضها البعض. والكمبيوترات الكمية يمكنها أن تحل بكفاءة بعض المعضلات الرياضية، مثل التحليل، والذي يعد تقليديا غير قابل للتشكل، ويمكنها أن تنمى طرازات من النظم السرية والتي تعد تقليديا مستحيلة. الكمبيوترات الكمية هي طريقة نوعية جديدة لحفز همة أو استفزاز الطبيعة.

الفصل التالى ربما يغضب كثيرا من الرياضيين، وهذا لا يمكن تجنبه فالرياضيات ليست كما يظنون أنها كذلك. (القراء غير المعتادين على الفروض التقليدية عن يقين ووثوق بالمعرفة الرياضية، ربما يعتبرون أن النتيجة الرئيسية للفصل التالى بأن معرفتنا بالحقيقة أو الصدق الرياضى تعتمد على معرفتنا بالعالم الفيزيائى وبالتالي فهي ليست موثوقا بها أكثر من ذلك - لكى أكون واضحا. مثل هؤلاء القراء ربما يفضلون الانزلاق بسرعة من هذا الفصل والإسراع لمناقشة الزمن فى الفصل (١١).





## الفصل العاشر

### طبيعة الرياضيات



"نسيج الحقيقة" الذى شرعت فى وصفه حتى الآن هو نسيج الحقيقة أو الواقع الفيزيائى. لكن أيضا أشرت بحرية إلى ما لا نجده، الآن وهنا، فى العالم الفيزيائى من مجردات مثل الأعداد المتسلسلات اللانهائية من برامج الكمبيوتر. فقوانين الفيزياء نفسها ليست كيانات فيزيائية مثل الصخور والكواكب. كما قلت فإن "كتاب الطبيعة" لجاليليو هو نوع من الاستعارة أو المجاز، ثم ما يحكى من قصص حول الحقيقة التقديرية أو البيئات غير الموجودة، التى تختلف قوانينها عن قوانين الفيزياء. وفيما وراء ذلك ما أسميته بيئة "الكانتانجو".

لقد قلت أنه يوجد بيئات عديدة لكل بيئة يمكن محاكاتها. ولكن ما الذى يعنيه القول بوجود مثل هذه البيئات؟ وإذا لم تكن موجودة فى الواقع أو الحقيقة أو حتى فى "الحقيقة التقديرية" فأين عساها أن توجد؟

هل توجد التجريدية، أو الكيانات غير الفيزيائية؟ هل هى جزء من نسيج الحقيقة؟ أنا لا أميل هنا إلى مجرد إنشاء استخدام للكلمة. إنه من الواضح أن العديد من قوانين الفيزياء وما إليه توجد بمعنى الكلمة وليس فى أى شىء آخر. السؤال الأساسى هنا هو: كيف لنا أن نفهم مثل هذه "الجواهر" ما هى الكلمة أو شكل الكلمة الكافية أو الملائمة لأى منها والتى تشير على نحو مطلق إلى أنها من بين الحقيقة الفيزيائية المألوفة؟ وأيها من السمات التى تعتبر سريعة الزوال بالنسبة لثقافتنا؟ وأيها يعد تحكيمياً أو اعتباطياً كقواعد لعبة تتسم بالتفاهة ولا تستحق النظر إليها؟ وهل يمكن، إذا وجدت، تفسيرها أو شرحها بطريقة تسهم بشكل مستقل فى مدها بالوجود؟ أشياء من قبيل الطراز الأخير لا بد أن تكون جزءاً من نسيج الحقيقة كما تم تعريفه عبر هذا الكتاب لأنه من شأن فهمها ما يجعل المرء قابلاً لفهم كل ما يمكن فهمه.

هذا يدفعنا أو يقترح علينا استخدام معيار د. جونسون إذا ما أردنا معرفة أن أى "مجرد" معين يحوز صفة الوجود فعليا، لا بد أن نتساءل فيما إذا كان له رد فعل أو

يُردّ ما يصطدم به بشكل ضخم ومعقد، على سبيل المثال يعرف الرياضيون الأرقام الطبيعية ١، ٢، ٣، .... ولأول وهلة فإن لها تعريفاً دقيقاً كما يلي:

(١) هو رقم طبيعي وكل رقم طبيعي لا بد أن يخلفه رقم هو أيضاً رقم طبيعي بينما (١) ليس خليفة لأي رقم طبيعي. الرقمان الطبيعيان ولهما نفس الخليفة يتطابقان. مثل هذا التعريف يحاول أن يعبر تجريبياً على الفكرة الفيزيائية الحديثة أو البديهية عن أهمية الكميات المتميزة أو المنفصلة (وأكثر تحديداً على نحو ما شرحت في الفصل السابق، هذه الفكرة هي فعلاً ميكانيكا الكم). عمليات الحساب مثل الجمع والضرب ومفاهيم أخرى مثل تلك المتعلقة بالأعداد الأولية والتي يتم تعريفها بالإشارة إلى الأرقام الطبيعية. ولكن بخلق الأرقام الطبيعية عبر هذا التعريف وفهمها من خلال هذا الحدس، سيضعنا في مجال أن هناك الكثير مما يجب أن نفهمه عنهم. تعريف الرقم الأولي يضع بشكل نهائي مرة واحدة وللأبد ما هو الرقم الأولي وما هو غير ذلك من أرقام. ولكن فهم هذه الأرقام هو شيء أولى بدوره - ولو للحظة، كيف تتوزع الأرقام الأولية على هذا المدى الواسع جداً، وكيف تتجمع أو تتكتل ثم وما مدى عشوائيتها ولماذا - وله من الثراء الفكري ما يستلزم وفرة من التبصرات ومزيد من التفسيرات. وبالطبع فمن المعروف أن "نظرية الأعداد" هي عالم بأكمله (عادة ما يستخدم في ذلك التعبير ذاته) في حد ذاتها. ولكي نفهم الأرقام بشكل كامل لا بد أن نقوم بتعريف كثير من مستويات الحدوس المجردة. وأن نبحت أو نتأمل في أبنية جديدة والعلاقات التي تتواجد بين هذه الأبنية. سنجد أن بعض هذه الأبنية المجردة على صلة بحدوس أخرى لدينا بالفعل، ولكن أيها يقع على رأسها وليست له علاقة بالأرقام مثل: التماثل، التعاقب، المتصل، المجموعات، اللانهاية والأكثر من ذلك بكثير. وهكذا تصبح الحدوس الرياضية المجردة التي نعتقد أنها مألوفة لدينا، هي مع ذلك كثيراً ما تدهشنا أو تحبطنا. يمكن لها أن تشوينا أو تعذبنا بأردية أو أسلوب جديد أو غير نمطى وذلك في إطار من عدم التوقع، يمكنها أن تكون من المتعذر شرحها ومن ثم تحتاج بعد ذلك إلى شروح جديدة تتواءم معها. وهكذا إلى هذا الحد هي معقدة وهائلة. وهكذا فإنه من

خلال معيار د. جونسون لا بد أن نخلص إلى أنها حقيقة. وطالما أننا لا نستطيع فهمها سواء على أنها أجزاء من ذواتنا أو على أنها أجزاء من شيء آخر نفهمه بالفعل، ولكننا نفهمها ككيانات مستقلة، لا بد أن نخلص إلى أنها كيانات حقيقية ومستقلة.

ومع ذلك فالحدوس المجردة لا يمكن إدراكها عبر الحس. إنها لا تتمتع بصفة رد الفعل كما ترتد قدمك عند اصطدامها بحجر، وبالتالي فإن التجربة والملاحظة لا يمكن لهما أن يلعبا الدور نفسه في الرياضيات على نحو ما يفعلان في العلم. والذي يلعب الدور في الرياضيات هو "البرهان". حجر د. جونسون يرتطم بقدمك عندما تصطدم به أى أن له طبيعة "رد الفعل". الأعداد الأولية أيضاً لها هذا النوع من رد الفعل وذلك حينما تبرهن على شيء غير متوقع عنها وبصفة خاصة إذا استرسلنا في شرحها هي ذاتها أيضاً. ويكمن الفرق الحاسم بين البرهان والتجربة من وجهة النظر التقليدية في أن البرهان ليست له مرجعية لشيء في العالم الفيزيائي. يمكننا إقامة برهان في الحيز الخاص لأدمغتنا، كما يمكننا إقامة برهان بعد تصيده عبر محاكاة يقوم بها مولد حقيقة تقديرية لفيزياء خاطئة أو غير صحيحة. وما دمنا تزودنا بما تعلمناه من قواعد الاستدلال الرياضى فسوف نصل في النهاية إلى نفس الإجابة كما سيصل إليها أى شخص آخر. ومرة أخرى فالنظرة السائدة هي: أنه بعيداً عن إمكانية التخييل أو الوقوع في أخطاء فاحشة، فإننا عندما نبرهن على شيء ما فعلياً أن نعرف أنه يقينى بصفة مطلقة.

والرياضيون عادة ما يكونون فخورين بهذا اليقين المطلق، بل ويحسداهم عليه العلماء ولو قليلاً. لأنه في العلم ليس ثمة وسيلة لليقين من أى افتراض. ومهما كانت إحدى نظريات المرء جيدة الشرح لملاحظات قائمة، ففي أى لحظة يستطيع شخص آخر أن يصنع ملاحظات غير مشروحة تضع شكوكاً حول البناء الكامل للشرح السائد. والأسوأ من ذلك أن أى شخص يمكنه أن يصل إلى فهم أفضل لما سبق شرحه ليس فقط كل الملاحظات القائمة بل أيضاً كيف أن الشروح السالفة تبدو كأنها تعمل ولكنها

مع ذلك خاطئة تماماً. جاليليو مثلاً وجد تفسيراً جديداً للملاحظة القديمة التي تقول بأن الأرض تحت أقدامنا ثابتة، وجد شرحاً يقول بأنها على العكس فى حالة حركة. "الحقيقة التقديرية" التي تجعل بيئة ما تبدو وكأنها بيئة أخرى أوضحت بأنه عندما ما تكون الملاحظة هى الحكم المطلق الذى يفصل بين النظريات فليس ثمة يقين من أى ملاحظة قائمة، مهما كانت واضحة، بل وربما حتى تكون بعيدة عن الصحة. ولكن عندما يكون البرهان هو الحكم وهو الفيصل بين النظريات فمن المفترض أن يكون هناك ثمة يقين.

لقد قيل أن قواعد المنطق قد تشكلت فى البداية بأمل أنها ستمدنا بطريقة غير انحيازية ومعصومة من الخطأ، بحل كل التحديات. هذا الأمل لا يمكن تحقيقه أبداً. دراسة المنطق ذاتها تكشف أن مدى الاستدلال المنطقى كوسائل لاكتشاف الصدق يعتبر محدداً بشكل حاد. إعطاء افتراض جوهري عن العام، يستطيع المرء معه أن يخلص إلى نتائج ولكن هذه النتائج ليست آمنة، بمثل ما الافتراض نفسه غير آمن بدوره. الاقتراح الوحيد بأن المنطق يمكنه أن يبرهن على شئ دون الاستعانة بالاقتراح ذاته هو مجرد حشو أو مزيد من الكلام الذى لا يضيف مزيداً من القوة على الاقتراح - جملة مثل كل الكواكب هى كواكب لا تؤكد شيئاً. بصفة خاصة فإن كل الأسئلة الجوهرية فى العلم تقع خارج الدائرة التى يستطيع فيها المنطق وحده أن يقيم تحديات. ولكن - هكذا يفترض - الرياضيات وحدها هى التى تقع فى هذه الدائرة. وهكذا تسعى الرياضيات فى إثر الصدق المطلق ولكن المجرد؛ بينما العلماء يواسون أنفسهم بفكرة أنهم يستطيعون الحصول على معرفة جوهرية ومفيدة عن العالم الفيزيائى. ولكن عليهم القبول بأن هذه المعرفة خالية من الضمانات. إنها دائماً جوهرية أو أساسية وأيضاً على الدوام قابلة للخطأ. فكرة أن العلم يتميز بالاستنتاج كوسيلة للتقويم أو الحكم بما هو قابل قليلاً للخطأ، تتشابه مع فكرة الاستدلال المنطقى، وهى محاولة فهم أحسن ما يمكن من المعرفة العلمية كحالة من المستوى الثانى. بدلاً من أن يكون

الاستنتاج حكماً لليقينيات، فربما نستطيع أن نفعل بشأن الاستقرائية كحكم لما هو قريب من اليقين.

كما قلت، ليس ثمة طريقة مماثلة للتقويم والحكم مثل الاستقراء. فكرة التسبيب كطريقة للمرء للاقتراب من اليقين فى العلم هى محض خرافة. كيف أثبت بما يقترب من اليقين أن ثمة نظرية جديدة رائعة فى الفيزياء تقلب أو تعكس معظم افتراضاتى التساؤلية حول الحقيقة سوف لن يتم طبعها غدا؟ أو أننى لست داخل مولد حقيقة تقديرية؟ ولكن كل هذا ليس كالقول بأن المعرفة العلمية تتسم بأنها من "الدرجة الثانية". وبدورها ففكرة أن الرياضيات تدعى أنها تؤمن اليقين هى من قبيل الأسطورة أو الخرافة أيضاً.

منذ العصور القديمة، فإن فكرة أن المعرفة الرياضية تمتاز عن غيرها، كانت متشاركة مع فكرة أخرى تقول إن بعض الجواهر المجردة ليست مجرد جزء من نسيج الحقيقة بل إنها أكثر حقيقية من العالم الفيزيائى. لقد اعتقد فيثاغورس *Phythagoras* بأن الانتظام والتناسق فى الطبيعة هما تعبير عن العلاقات الرياضية بين الأعداد الطبيعة. وكان الشعر المرفوع "كل الأشياء هى أرقام" ولم يكن مقصوداً المعنى الحرفى للأمر ولكن ذهب أفلاطون *Plato* إلى ما هو أبعد من ذلك حيث أنكر أن العالم الفيزيائى حقيقى بالمرّة. لقد لاحظ أو أخذ فى اعتباره أن خبرتنا الواضحة لا تستحق الالتفات، كما أنها خادعة وناقش أن الموضوعات الفيزيائية والظواهر هى مجرد ظلال أو تقليد غير مكتمل كجوهرها أو كينونتها المثالية (المُثل أو عالم المثال) الذى يوجد فى عالم آخر والذى يمثل الحقيقة الصادقة. إنها تعيش فى ذلك العالم بين أشياء أخرى منها الأرقام الخالصة مثل ١، ٢، ٣، ... وشكل العمليات الرياضية مثل الجمع والضرب. ونحن ربما نفهم بعض ظلال هذه العمليات، مثلما نضع تفاحة على المنضدة ثم نضع على نفس المائدة تفاحة ثانية، وحينئذ نرى أن هناك تفاحتين على المائدة. ولكن التفاحتين تعرضان لنا "الأحادية" و "الثنائية" (ومن هنا فهما تعرضان حالة "التفاحية") ولكن فقط بشكل

غير تام. إنهما ليستا متشابهتين تماماً ومن ثم هما ليستا اثنتين حقيقة على المائدة ولا اثنتين من أى شىء. ربما يمكن جعل الأمر بأن العدد ٢ يتمثل فى كونهما اثنتين على المائدة رغم اختلافهما. ولكن هذا التمثيل يظل غير مكتمل أو تام لأننا لا بد من الاعتراف بأن ثمة خلايا قد سقطت من التفاحتين، والتراب، وتأثيره هو والهواء على المائدة ذاتها. وعلى عكس فيثاغورس لم يكن لأفلاطون هدف بذاته يضطره للاجتهاد من أجله أو الكدح حوله. فيما يتعلق بالأرقام الطبيعية الحقيقية لديه تتكون من "مثال" لكل المفاهيم الخاصة بـ "الدوائر" التى نختبرها بينما هى ليست دائرة حقيقية. فهى ليست مستديرة بالكامل ولا مستوية بالكامل، فقط ذات سمك محدود وهى على الجملة غير مكتملة أو تامة. وقد أشار أفلاطون إلى مشكلة. إعطاء صفة عدم التمام لكل ما هو (أرضى) وقد يضيف، إعطاء صفة عدم التمام أيضاً لتوجهنا إلى (الدوائر الأرضية) كيف يمكننا أن نعرف شيئاً عن الدوائر التامة أو المكتملة الحقيقية؟ أخيراً عرفنا، ولكن كيف؟ عندما حصل إقليدس Euclid على المعرفة عن الهندسة والتى عبر عنها فى بديهياته المعروفة والشهيرة، عندما لم تتح له دائرة كاملة أو تامة، أو نقطة، أو خط مستقيم؟ من أين يأتى البرهان الرياضى أو اليقين به، إذا المرء لم يستطع أن يفهم الجواهر المجردة التى يشير إليها البرهان؟ كانت إجابة أفلاطون أننا لا نحصل على المعرفة بهذه الأشياء من عالم الظلال والوهم. وإنما بدلاً من ذلك يتم التحصل عليها مباشرة من عالم المثل نفسه. إننا نملك هكذا اقتراح، معرفة فطرية بهذا العالم، ثم ننساها فور ميلادنا ثم تبته وتصبح غامضة مثل طبقات متراكمة من الخطأ ناتجة عن ثقتنا بحواسنا. ولكن الحقيقة يمكن تذكرها عبر كدنا واجتهادنا فى تطبيقات العقل الذى يمكنه أن يمنحنا اليقين المطلق الذى لا تستطيع أبداً خبرتنا اليومية أن تمدنا به.

لعلى أتعجب إذا كان شخص ما قد صدق فى أى وقت هذا الخيال الضعيف أو الواهن (بما فيهم أفلاطون نفسه الذى كان فيلسوفاً كفواً ومؤهلاً والذى صدق فى إخبار الناس بعظيم الكذبات) ومع ذلك فالمشكلة التى وضعها عن كيف يمكننا معرفة،



دع عنك اليقين، أن الجواهر المجردة هي حقيقية بدرجة كافية - وبعض عوامل الحل الذي تقدم به أصبح جزءاً من نظرية المعرفة الغالبة منذ ذلك الحين. وبشكل خاص، فإن الفكرة الأساسية في أن كلا من المعرفة العلمية والمعرفة الرياضية يأتیان من مصدرين مختلفين وأن هذا المصدر الخاص للمعرفة الرياضية يخلع عليها اليقين المطلق، وحتى هذا اليوم يُقبل هذا واقعياً من جميع الرياضيين بدون أية انتقادات. وفي أيامنا الحالية يسمون هذا بـ " الحدس الرياضى "، والذي يلعب تماماً نفس الدور بالنسبة لما يقول به أفلاطون من تذكر " المثل " .

لقد كان ثمة مجادلات قاسية أو مرّة حول ما هي أنواع أو طرازات الاكتمال التي يمكن أن تعبر عنها الحدوس الرياضية عن المعرفة الموثوق بها، ما الذي يمكن أن تكشف عنه. وبكلمات أخرى فإن الرياضيين يقبلون أن الحدس الرياضى هو من مصادر اليقين المطلق، ولكن لا يمكنهم الموافقة على ما تقوله لهم الحدوس الرياضية ! من الواضح أنها صيغة أو طريقة إلى جدليات لا نهائية وغير قابلة للحل.

من المحتم أن معظم هذه الجدليات قد ركزت كذلك على طرق مختلفة متعددة للبرهان. واحدة من هذه الجدليات تركزت على ما يسمى الأرقام " التخيلية " وهي الجذر التربيعى للأرقام السلبية. نظريات جديدة حول الأرقام العادية الحقيقية تمت البرهنة عليها من خلال إغواء مستويات توسطة للبرهان اعتماداً على خصائص الأرقام التخيلية. على سبيل المثال كانت النظرية الأولى عن توزيع الأرقام الأولية، قد تم إثباتها بهذه الطريقة. ولكن بعض الرياضيين أشاروا إلى الأرقام التخيلية على أرضية أنها بذاتها غير حقيقية (المصطلحات الجارية ما زالت تعكس الجدليات القديمة، حتى ولو أننا الآن نعتقد أن الأرقام التخيلية حقيقية تماماً شأنها شأن الأرقام الحقيقية) أتوقع أن مدرسيهم قد قالوا لهم إنه من غير المسموح لهم أن يقيموا أى جذر تربيعى لسالب واحد، ونتيجة لذلك لم يروا أن أى أحد آخر يمكنه ذلك. لا شك أنهم سموا هذه الموجة غير المتلطفة أو غير الجيدة من التفكير بـ " الحدس الرياضى ". ولكن رياضيين

آخرين كانت لديهم حدوس مختلفة. لقد فهموا متى وكيف تكون الأرقام التخيلية صالحة مع الأرقام الحقيقية. لماذا ؟ اعتقدوا أن المرء لا يستطيع أن يعرف خصائص مجردة جديدة لكي يحصل على الخصائص التي يريدها. بالتأكيد إسباغ الأرضية الشرعية لمنع هذا يعنى أن الخصائص المرغوبة ليست مترابطة أو متماسكة. (هذا هو الإجماع الأساسى الذى ذهب إليه الرياضى: جون هورتن كونواى John Horton Conway عندما أشار بقوة وبغير صقل مناسب إلى " حركة تحرير " الرياضيين ونحن نقر بأنه لا أحد قد برهن على أن نظام الأرقام التخيلية يعتبر ذاتى التماسك ولكن أيضا لم يتم أحد بالبرهنة على أن الحساب العادى للأرقام الطبيعية هو بدوره ذاتى التماسك.

هناك جدليات مشابهة حول مصداقية استخدام الأرقام اللانهائية، والمجموعات التى تشمل عوامل لا نهائية عديدة، والكميات المتناهية الصغر بلا حدود التى تستخدم فى حساب التفاضل والتكامل. الرياضى الألمانى الكبير دافيد هيلبرت David Hilbert هو الذى برهن على البنية التحتية للنظرية العامة للنسبية وأيضا نظرية الكم، قد أشار إلى أنه لاحظ أن الأدبيات الرياضية متخمة بالغرائب والتفاهات اللاتى تجد مصدرا لها فى " اللانهائى ". بعض الرياضيين، كما سنرى، أنكروا مصداقية التسبيب حول خصائص " اللانهائى " على الإطلاق. النجاح الهروبى من هذه المشاكل الجدلية الذى حققه الرياضيون خلال القرن العشرين لم يفعل الكثير لهذه الجدليات. بل على العكس فقد كثف منها وأظهر جدليات جديدة. وكما أصبح التسبيب الرياضى أكثر صقلا، فقد تعذر عليه اجتناب أنه تقدم أكثر نحو حدوس كل يوم وهى الفكرة التى تفتح الباب لتأثيرين هامين متناقضين الأول أن الرياضيين أصبحوا أكثر تشككا أو وسوسة تجاه البراهين التى كانت موضوعا لمستويات قاسية أو دقيقة من الانتشار قبل قبولها. ولكن الثانى أن ثمة طرقا قوية للبرهنة قد أبتكرت والتى لا يتسنى إكسابها المصداقية عبر الطرق القائمة. كما أنها عادة ما تبرز شكوكا عما إذا كانت طريقة معينة للبرهنة مهما كانت بديهية، هى مؤكدة النجاح بالكامل أو معصومة تماما.

وهكذا حول عام ١٩٠٠ كانت هناك مشكلة عاصفة حول أسس الرياضيات. أعنى أنها لا تحوز أية أسس. ولكن ما الذى حدث لقوانين المنطق البحث ؟ ألم يكن مفترضا أن تحل كل الجدليات حول عالم الرياضيات ؟ الحقيقة الشاملة لذلك أن " قوانين المنطق البحث " التى يمكن أن تؤثر على جدليات الرياضيات هى كذلك الآن بالفعل. أرسطو(\*) Aristotle فى القرن الرابع قبل الميلاد كان أول من صنف مثل هذه القوانين، وبذلك كان مؤسساً لما نسميه فى يومنا هذا " نظرية البرهان " لقد افترض أن البرهان لا بد أن يشتمل على جمل متتابعة تبدأ ببعض الفرضيات والتعريفات وتنتهى بالنتيجة المرغوب فيها. بالنسبة لأي جمل متتابعة لكى تصبح برهاناً صادقاً أو له مصداقية، فإن كل جملة وبعيدا عن المقدمات فى البدء، عليها أن تتبع أخرى طبقاً لنموذج محدد من القياس المنطقى. والصورة التقليدية له كانت كما يلى:

\* كل الرجال فانون

\* سقراط هو رجل

---

\* (ولذلك) فإن سقراط فان

وبكلمات أخرى، فإن هذه القاعدة تقول إن شكل أى جملة إذا كان من قبيل كل (أ) تحوز الخاصية ب (كما فى كل الرجال فانون) وتظهر فى برهان ما، وكانت جملة أخرى فى شكل " أن (س) هى الفرد (أ) (كما فى سقراط هو رجل) وظهرت أيضاً فى ذات البرهان، فإن الجملة " (س) أيضاً تحوز الخاصية (ب) (كما فى الجملة " فإن سقراط فان ") كما يظهر فيما بعد فى البرهان، وهو بالقطع نتيجة ذات مصداقية.

---

(\*) أرسطو Aristotle (٢٨٤ - ٣٢٢ ق.م) فيلسوف يونانى ابتدع المنطق الأرسطى الذى تسنم ذروة المنطق لعدة قرون، كما استشرّف كل ميادين المعرفة البشرية، لذا أثرت كتاباته طويلاً وجذرياً على الفكر الغربى والشرقى على السواء، ولكن لم يبق لها الآن سوى الأهمية التاريخية. (المترجم)

والقياس المنطقي يعبر عما يمكن أن تسميه "قواعد الاستدلال" أعني القواعد التي تعرف الخطوات المسموح بها في البرهنة، مثل انتقال صدق المقدمات إلى النتائج. وبنفس طريقة الحديث فهي القواعد التي يمكن استخدامها لتحديد ما إذا كان مفاد أى برهان صادقاً من عدمه.

أعلن أرسطو أن كل البراهين ذات المصادقية يمكن أن يُعبر عنها عبر شكل القياس المنطقي. ولكنه لم يثبت ذلك ! ومشكلة " نظرية البرهان " أصبحت تعود للرياضة الحديثة والتي تم التعبير عنها عبر القياس المنطقي. ولا استطاع كثير من الرياضيين إعادة صياغتها في شكل جديد من القياس المنطقي. وكثير من الرياضيين لم يتمكنوا ولا رغبوا في التمسك أو الالتصاق بحرفية قانون أرسطو، طالما أن البراهين الجديدة بدت وكأنها ذاتية الدليل وحائزة للمصادقية مثلها مثل التسبب الأرسطي. وتقدمت الرياضة إلى الأمام. ثمة أدوات جديدة مثل المنطق الرمزي ونظرية المجموعات سمحت للرياضيين أن يقيموا علاقة بين أبنية رياضية وأخرى بطرق جديدة. وهذا من شأنه إقامة حقائق ذاتية الدليل ومستقلة بعيدا عن القواعد التقليدية للاستدلال والتي أصبحت بها تلك القواعد غير كافية أو ملائمة. ولكن أى من هذه الطرق الجديدة للبرهنة أصبح معصوما من الخطأ على نحو دقيق أو عبقري؟ وكيف كانت قواعد الاستدلال يجب التعامل معها بما يصلحها والتي أعتبرت خطأ من جانب أرسطو ؟ وكيف يمكن استعادة سلطة القواعد القديمة إذا لم يستطع الرياضيون الموافقة على ما هو بديهي وما هو عديم المعنى؟

وفي الوقت نفسه استمر الرياضيون في بناء قلعتهم التجريدية في السماء. ولأسباب عملية فقد بدى كثير من تلك الأبنية على أنه ذو صدى. البعض منها أصبح لا مفر منه في مجال العلم والتقنية، وأغلبها ارتبط بأبنية شروح جميلة ومثمرة. ومع ذلك لا أحد يمكنه أن يضمن أن البناء ككل، أو أى جزء جوهرى منه لم يؤسس على تناقض منطقي قد يجعله في النهاية بلا معنى. وفي عام ١٩٠٢ أثبت برتراند رسل Bertrand

Russell أن الطريقة أو المخطط الذى من شأنه التعريف بنظرية المجموعات بصرامة ودقة، وهى النظرية التى اقترحها قبل ذلك بقليل المنطقى الألمانى جوتلب فريج **Gottlob Frege**، لم تكن مترابطة أو متماسكة. ولم يكن يعنى هذا أنها بالضرورة غير صالحة لاستخدام المجموعات فى البرهنة. بالطبع، افترض قلة من الرياضيين بشكل جدى، أن أيًا من الطرق المعتادة لاستخدام المجموعات، أو الحساب أو أى من الأفرع الأساسية للرياضيات، ربما تصبح هى الأخرى غير صالحة. والذى كان صادما فى النتيجة التى توصل إليها رسل، كان كذلك فقط بالنسبة للرياضيين الذين اعتقدوا أن موضوعهم يقع فى الدرجة الأولى أو المستوى الأول من الوسائل التى تعطى اليقين المطلق عبر برهنة النظريات الرياضية. الجدل الممكن حول مصداقية الطرق المختلفة للبرهان هى التى حددت الأمر برمته والغرض منه (كما كان مفترضاً).

وعلى هذا شعر كثير من الرياضيين أن عليهم، وعلى وجه السرعة، أن يضعوا نظرية البرهان ومن ثم الرياضة ذاتها فوق أساس آمن. وبعد احتلالهم لمقدمة ما أُعتبر تقدماً فى المجال، عليهم أن يعززوا تعريفاً لمرة واحدة ونهائية لأى نوع من البراهين التى يمكن أن تكون آمنة بصفة مطلقة، وأنها التى ليست كذلك وأيا ما كانت منطقة الأمان الخارجية يمكن الالتفات عنها وإسقاطها، وأنها تكون داخلية وتمثل الأساس الروحى لكل رياضة مستقبلية.

وعند هذه النهاية أعلن الرياضى الهولندى لوتزين إجبرتوس جان برووير **Luitzen Egbertus Jan Brouwer** استراتيجية محافظة لنظرية البرهان، والمعروفة بـ "الحدسية" والتى ما زالت موروثة حتى يومنا هذا. يحاول الحدسيون تفسير "الحدس" بأضيق الطرق فهما، ويحتفظون فقط بما يعتبرونه غير قابل للتحدى من أوجه ذاتية الدليل. ثم يتصاعدون بالحدس الرياضى، كما يعرفونه، لحالة أكثر ارتفاعاً حتى مما ادعاه أفلاطون: إنهم يرون أنه أولى وسابق حتى عن المنطق البحت. وهكذا يرون المنطق ذاته لا يستحق الاعتداد به إلا إذا تم تقويمه والحكم عليه من خلال الحدس الرياضى. فمثلاً

هم ينكرون إمكانية الحصول على حدس مباشر عبر أى كينونة لا نهائية. وعلى ذلك ينكرون أية مجموعات لا نهائية مثل مجموعة الأرقام الطبيعية، ويرون أنها غير متمتعة بالوجود على الإطلاق. والاقتراح القائل بأنه توجد أعداد طبيعية كثيرة غير نهائية هم يعتبرون أن دليله الذاتى زائف. والاقتراح القائل إن ثمة بيئات "كانتجوتو" أكثر من البيئات الفيزيائية الممكنة يعتبرونه اقتراحاً بلا معنى.

من الناحية التاريخية فقد لعبت "الحدسية" دوراً تحريرياً كما فعل الاستقراء. لقد جرّأت على التساؤل عما نتلقاه من يقينيات والتي كان بعضها بالطبع زائفاً. أما عن كونها نظرية إيجابية عما هو برهان رياضى صادق أو صالح من عدمه فإنها لا تستحق شيئاً. بالطبع تعبّر "الحدسية" فى الرياضة عما تقول به نظرية "الأنانة" ككلاهما تعبر عن رد فعل مبالغ فيه لفكرة أننا لا نستطيع التأكد مما نعرفه عن العالم العريض. كلاهما ترى أن الحل يكمن فى التراجع لعالم داخلى والذى من المفترض أن نعرف عبره مباشرة ولذا (؟) يمكننا التأكد من صدق ما نعرفه. فى كلتا الحالتين يتعلق الحل بإنكار وجود - أو على الأقل التفسيرات المعلنة - ما هو موجود خارجنا. وفى كلتا الحالتين هذا الارتداد إلى الداخل يجعل من غير الممكن شرح الكثير مما يقع داخل المجال المعنى. وعلى سبيل المثال ولو أنه بالطبع زائف، كما يرى الحدسيون، أنه يوجد العديد واللانهاى من الأعداد الطبيعية، إذن يمكننا أن نستخرج أن من الضرورى فقط وجود العديد منهم. إلى أى حد هذا العديد؟ وإذن مهما كان عددهم لماذا لا نشكل حدساً للرقم الطبيعى التالى لهذا العدد؟ سوف يشرح الحدسيون هذه المعضلة بالإشارة إلى أن المناقشة التى ذكرتها توّأ تفترض صلاحية المنطق العادى. وبصفة خاصة أنها تتعلق باستخراج من حقيقة أنه لا يوجد العديد اللانهاى من الأرقام الطبيعية، أنه لا بد يوجد عدد خاص نهائى منهم. قاعدة الاستنتاج المتصلة بالموضوع تسمى: "قانون استبعاد الوسط" وتقول هذه القاعدة أن أى افتراض "ى" (مثل وجود العديد واللانهاى من الأرقام الطبيعية)، ليس هناك إمكانية ثالثة تقع بين صدق "ى"

وعدم صدقها (يوجد العديد من العديد والالانهائي من الأرقام الطبيعية) لتكون صادقة. الحدسيون ينكرون بشكل بارع "قانون استبعاد الوسط".

طالما في عقول معظم الناس، أن قانون استبعاد الوسط نفسه يستند إلى حدس قوى، فإن رفضه يسبب طبيعياً لغير الحدسيين قدراً من الاندهاش عما إذا كان حدس الحدسيين صالحاً على الإطلاق. أو إذا اعتدنا أن قانون استبعاد الوسط ينتسب أو يتجذر في حدس منطقي، فإن هذا يقودنا لإعادة فحص التساؤل عما إذا كان الحدس المنطقي يُبطل أو ينسخ المنطق. عند أي مستوى يكون ذلك ذاتي الدليل.

ولكن كل هذا كان فقط من أجل نقد الحدس من الخارج وهو ليس عدم برهنة ولا أن الحدس لا يمكن البرهنة عليه أبداً. إذا أصرّ بعضهم على أن أي افتراض متماسك ذاتياً، هو ذاتي الدليل أيضاً بالنسبة لهم. كما لو أصرّوا أنهم وحدهم الموجودون فإنه لا يمكن البرهنة على خطأ الحدسيين. وأياً ما كان الأمر، فمثل ما كان مع "الأنانة" بشكل عام، فإن الخطأ المميت للحدس لا يتكشف عند مهاجمتها، وإنما عندما تؤخذ بجدية وعبر مصطلحاتها هي ذاتها. الحدسيون يؤمنون بحقيقة وجود عدد نهائي من الأرقام الطبيعية ١، ٢، ٣، ... وحتى ١٠، ٨٥٩، ٦٥٠، ٧٦٩، ١٠٩٤٩ ولكن جدل الحدسيين يقول إنه لأن كل رقم من هذه الأرقام له ما يخلفه من الأرقام فإنها تأخذ شكل متتابعة لا نهائية. أليس في وجهة نظر الحدسيين شيء أكثر من الانحلال الذاتي أو التظاهر أو التصنع والذي حرفياً لا يمكن الدفاع عنه. ولكن بإحماء الصلة بين وجهة نظرهم في الأرقام الطبيعية المجردة وبين الحدس بأن هذه الأرقام تميل بشكل جذري إلى التشكل، فقد أنكر الحدسيين أنفسهم البناء التفسيري المعتاد الذي من خلاله يتم فهم هذه الأرقام. وهذا بدوره يبرز مشكلة أمام من يفضلون شرح التعقيدات غير المفسرة. بدلاً من حل هذه المشكلة بإمدادنا ببديل أو بناء تفسيري أعمق للأرقام الطبيعية، تفعل الحدسية تماماً كما يفعل التحقيق أو الاستجواب وكما تفعل "الأنانة": تتراجع أكثر عن التفسير، إنها تقدم مزيداً من التعقيدات غير المفسرة (في هذه الحالة إنكار

قانون استبعاد الوسط) التي تستهدف فقط ما يسمح للحدسيين لأن يتصرفوا كما لو أن تفسيرات خصومهم صحيحة، بينما لا يستخرجون منها أى نتيجة عن الحقيقة.

تماماً كما بدأت "الأناثة" بالرغبة فى تبسيط تحول رهيب وعالم غير يقينى، ولكن عندما نأخذها بجدية تتحول إلى ثمة تعقيدات ضرورية وناقصة الواقعية، وهكذا تنتهى "الحدسية" بأن تصبح من أكثر المذاهب معاداة للحدس سبق التصريح بها.

اقترح دافير هيلبرت David Hilbert خطة أكثر اقتراباً من الحس العام - وإن ظلت مُدانة إطلاقاً - لتأسيس يقين للطرق الرياضية مرة واحدة وللأبد. وخطة هيلبرت تقوم على فكرة المتانة أو التماسك. لقد تمنى أن يضع مرة واحدة وللأبد مجموعة قواعد كاملة وحديثة لاستنتاج البراهين الرياضية ولها خصائص معينة. سوف تكون ثمة نهاية للأرقام. سوف تكون قابلة للتطبيق تماماً وباستمرار بحيث أن تحديد ما إذا كان البرهان مُرضياً من عدمه لهم سيكون مسألة اختبار أو خبرة جدلية. من المفضل أن تكون هذه القواعد ذاتية الدليل حدسياً، ولكن ذلك لن يكون اعتباراً حاسماً أو يستحق الالتفات إليه بالنسبة لبراجماتية (نفعية) هيلبرت. سوف يكون راضياً إذا كانت هذه القواعد متوافقة فقط وبشكل متوسط مع الحدس، بالإضافة إلى إمكانية تيقنه من أنها ذاتية التماسك. بمعنى أنه لو اعتمدت هذه القواعد على برهان معين على أنه صالح، فسيريد أن يتأكد بأنها لن تعتمد أبداً على برهان يقول بعكس النتيجة التى توصل إليها البرهان الأول. كيف له أن يتأكد من مثل هذا؟ فى هذه المرة، سوف يتم البرهنة على التماسك باستخدام طريقة للبرهان تشايع هى نفسها نفس قواعد البرهان. وعندئذ تمنى هيلبرت أن يتم إحياء الكمال واليقين الأرسطى، وأن أى جملة رياضية صادقة يمكن من حيث المبدأ أن تكون قابلة للبرهنة فى ظل هذه القواعد، بينما لن يمكن ذلك بالنسبة للجملة الزائفة أو غير الصادقة. فى عام ١٩٠٠ وقد بدأ القرن ينحسر نشر



هيلبرت قائمة مسائل أمل أن يقوم الرياضيون بحلها قبل انتهاء القرن. المسائل العشرة كانت لتجد مجموعة من قواعد الاستنتاج لها الخصائص السالفة وبنفس مستوياتها للبرهنة على تماسكها.

كان هيلبرت سيصبح محبطاً بالقطع. إذ بعد مرور واحد وثلاثين عاماً أقام كيرت جودل نظرية ثورية للبرهان ذات جذور وفروع في رفض الهيكل البنائي الذي لا تزال تتعلق به الرياضيات والمنطق: لقد برهن على أن مسائل هيلبرت العشرة غير قابلة للحل. لقد أثبت أولاً أن أي مجموعة قواعد للاستنتاج قابلة لتصحيح صلاحية حتى براهين الحساب العادي لا يمكنها أبداً تصحيح صلاحية برهان على تماسكها هي نفسها. وبالتالي فليس ثمة أمل في العثور على مجموعة قواعد متماسكة للاستنتاج وقابلة للبرهنة عليها، وهي تلك التي تخيلها هيلبرت. وأثبت جودل ثانياً أنه إذا وجدت مجموعة قواعد للاستدلال (ذات ثراء مقبول أو مثمرة بشكل مقبول) في فرع من فروع الرياضيات فلا بد أنه توجد طرق صالحة لإثبات أن تلك القواعد غير قابلة للتخيل. وهذا ما يسمى بـ "نظرية عدم التمام" لـ "جودل Goedel" وللبرهنة على هذه النظرية، استخدم جودل امتداداً ملحوظاً لجدلية كانتور Cantor "القطرية" التي أشرت إليها في الفصل السادس. لقد بدأ بالأخذ في اعتباره أي مجموعة متماسكة من قواعد الاستنتاج. وبعدئذ أوضح لنا كيفية إنشاء، اقتراح غير ممكن البرهنة أو عدم البرهنة عليه في ظل تلك القواعد ثم أثبت أن هذا المقترح صادق.

لو أن برنامج هيلبرت قد جرى العمل به، لكانت لديه أخبار عن مفهوم الحقيقة الذي أقوم بتسويقه في هذا الكتاب، حيث كان سيزيل أهمية فهم الحكم على الأفكار الرياضية. أي واحد - أو أي ماكينة غير ذات عقل - يمكنها تعلم قواعد هيلبرت المأمولة للاستنتاج، وسوف يكون قادراً على الحكم على الافتراضات الرياضية بجودة كنتك التي يحرزها أكثر الرياضيين براعة، حتى بدون الحاجة لبصيرة أو فهم الرياضيين، وحتى لو امتلكوا أكثر "المفاتيح" نأياً، والتي دار حولها الاقتراح. من حيث

المبدأ صار ممكناً الإتيان بمكتشفات رياضية جديدة دون أية معرفة بالرياضيات على الإطلاق. على المرء أن يبحث - ببساطة - أو يراجع أى خط من الأرقام أو الحروف أو الرموز الرياضية بترتيب أبجدي حتى يستطيع واحد منهم أن يجتاز اختبار صيرورته برهاناً على أو لا برهان لبعض الحدوس المشهورة وغير المحلولة - من حيث المبدأ يمكن للمرء أن يضع مقولة جدلية رياضية دون أن يفهمها هو إطلاقاً، ودون حتى فهم الرموز التي احتوتها، دع عنك فهم كيف يعمل البرهان، أو ما الذي تم إثباته، وما هي طريقة الإثبات، ولماذا يعتمد عليها.

لو كان يبدو أن إنجاز وحدة مستوى للبرهنة في مجال الرياضيات كان على الأقل سيساعدنا في الإطار العام تجاه نظرية "التوحيد" - بمعنى تعميق معرفتنا والتي أشرت إليها في الفصل الأول. ولكن الحالة على العكس. مثل نظرية "كل شيء" التنبؤية في الفيزياء. فإن قواعد هيلبرت لم تخبرنا شيئاً بالكاد عن "نسيج الحقيقة". إنهم وأينما تذهب الرياضة يحققون الإنقاص المطلق للرؤى، يتنبئون بكل شيء (من حيث المبدأ)، إنما لا يشرحون أو يفسرون شيئاً. والأكثر من ذلك، أن الرياضة لو كانت قادرة هكذا على "الإنقاص" فإن كل السمات غير المرغوبة التي ناقشتها في الفصل الأول على أنها غائبة عن بناء المعرفة البشرية، سوف تكون حاضرة في الرياضيات: سوف تشكل الأفكار الرياضية هيراركية أو طبقية تكون جذورها متمثلة في قواعد هيلبرت. والحقائق الرياضية التي كان التحقق منها معقداً جداً عبر القواعد المعروفة، سوف تكون موضوعياً أقل أساسية عن تلك التي يمكن التحقق منها فوراً عبر القواعد. وطالما سيكون لدينا مددا دائماً ونهائياً من تلك الحقائق الأساسية الصادقة، فمع مضي الوقت سوف تصبح الرياضيات مهمومة بالمسائل الأقل أساسية وربما تصل الرياضيات إلى نهاية تتوقف بعدها، في ظل هذه البدئية الموحشة أو القابضة للصدر. إذا لم تفعل الرياضة فإنها سيتعذر عليها تجنب التشظى إلى ما هو أكثر من التخصصات المفرزة، مثل تعقيدات الأشياء "المنبتقة" التي انتشر أو تزايد

إجبار الرياضيين على دراستها، ومثل العلاقات بين هذه الأشياء، وأسس الموضوعات التي أصبحت أكثر نأياً عنا.

وبفضل جودل، نحن نعرف أنه لن تكون هناك أبدا طريقة مؤكدة لتحديد ما إذا كان افتراض رياضي ما صادقا بأكثر من أن هناك طريقة مؤكدة لتحديد ما إذا كان افتراضاً علمياً صادقا. ولن تكون هناك طريقة مؤكدة لتوليد معرفة رياضية جديدة. ولذلك سيعتمد التقدم في الرياضيات على خبرة الإبداع سيكون ممكناً للرياضيين وضروريا لابتكار طرازات جديدة من البرهان. سوف يجعلها صالحة من خلال جدلياتهم وطرق شرحهم الجديدة المعتمدة على تقدمهم في فهم الجواهر المجردة المتعلقة بها. نظريات جودل كانت على هذه الحالة: إثبات ذلك، كان عليه أن يبتكر طريقة جديدة في البرهان. لقد قلت أن طريقته اعتمدت على "الجدلية القطرية"، ولكنه امتد بهذه الجدلية على نحو جديد. إن شيئا لم يتم إثباته على هذا النحو من قبل؛ لم يتم وضع قواعد استنتاج بمعرفة أى واحد لم يرى أبدا طريقة جودل وله بصيرة كافية كان يمكنه أن يتصور أو يتخيل أن هذه القواعد صالحة. ولا من حيث أنها ذاتية الدليل. من أين تأتي "ذاتية الدليل" هذه؟ إنها تأتي من فهم جودل لطبيعة البرهان. براهين جودل إجبارية ك شأن أى من الرياضيات، ولكن فقط إذا المرء فهم أولا الشروح المصاحبة لها.

وهكذا فإن الشروح، بعد كل شيء، تلعب نفس الدور الأسمى والعظيم في الرياضة البحتة كما تفعل في مجال العلم. تفسير العالم وفهمه - العالم الفيزيائي وعالم التجريد الرياضي - كليهما موضوعات للتجربة. البرهان من ناحية والملاحظات من الناحية الأخرى هي مجرد وسائل نراجع عبرها تفسيراتنا وشروحنا.

واستطاع روجر بنروز Roger Penrose أن يذهب إلى أبعد من ذلك من خلال درس راديكالي وأفلاطوني استقاه من النتائج التي توصل لها جودل. ومثل أفلاطون كان بنروز مفتونا بقابلية العقل البشرى للإمساك بالخصائص المجردة للرياضيات.

وعلى عكس أفلاطون لم يعتقد بنروز بالطبيعة الفائقة، وإنما اعتبر، وبشكل مضمون، أن العقل البشرى جزء من العالم الطبيعى ولا يتصل إلا به. ولذا كانت المسألة بالنسبة له أكثر لطفا مما كانت بالنسبة لأفلاطون: كيف للعالم الفيزيائى المشوش وغير القابل للاعتماد عليه أن يقدم يقينيات لجزء منه هو أيضا مشوش وغير قابل للاعتماد عليه كالرياضيين مثلا؟ وبصفة خاصة فقد تعجب بنروز كيف يمكن إدراك العصمة من الخطأ فى الأشكال الجديدة الصالحة من البراهين، والتي أكد جودل أنه سيكون لدينا منها مدد لا نهائى.

لا يزال بنروز يعمل على إجابة تفصيلية، ولكنه ادعى أن الوجود البالغ لهذا النوع غير المحدود للحدس الرياضى هو أساسا متعذر اقتراحه أو حمله على البناء القائم للفيزياء، بصفة خاصة يتعذر اقتراحه مع مبدأ تورنج. وتلخيص مناقشته فى الأمر تكون على النحو التالى. إذا كان مبدأ تورنج صادقا، فمن الممكن اعتبار الدماغ (كأى موضوع آخر) ككمبيوتر ينفذ برنامجا معينا. وتفاعلات الدماغ مع البيئة تمثل المدخلات والمخرجات لهذا البرنامج. الآن اعتبر أن رياضيا ما فى حالة اتخاذ قرار عما إذا كان طراز جديد مقترح من البراهين صالحا من عدمه. صنع هذا القرار يعادل تنفيذ برهان تصحيحى لبرنامج الكمبيوتر فى عقل أو دماغ الرياضى. مثل هذا البرنامج يتضمن مجموعة من قواعد هيلبرت للاستنتاج، والتي طبقا لنظرية جودل، يصعب أن تكون تامة أو مكتملة. والأكثر من ذلك، كما قلت، أن جودل أمدنا بطريقة الإنشاء والبرهنة على مقترح صادق وهى ما لم تتعرف تلك القواعد عليها أبدا بوصفها مبرهنا عليها. ولذلك فإن الرياضيين، والذين تعمل أدمغتهم بكفاءة ككمبيوتر يطبق هذه القواعد لا يمكنهم التعرف أيضا على أن مقترحا ما، قد تمت البرهنة عليه. وبعدئذ فإن مقترحات بنروز تشهدنا على أن مقترح جودل وطريقته للبرهنة على أنه صادق، وذلك للرياضيين أنفسهم. الرياضيون يفهمون البرهان: إنه بعد كل شىء صالح من حيث إنه صالح الدلالة، ومن ثم من المفترض أن الرياضيين يرون أنه صالح. ولكن هذا يتعارض مع

نظرية جودل. ومن ثم فهناك افتراض زائف فى مكان ما من الجدلية. وقد اعتقد بنروز أن هذا الفرض الزائف أو الكاذب هو مبدأ تورنج.

معظم علماء الكمبيوتر لا يوافقون بنروز على رأيه بأن مبدأ تورنج هو الحلقة الأضعف فى هذه القصة. سوف يقولون أن الرياضى فى هذه القصة بالطبع لن يكون قادرا على تمييز المقترحات التى قال بها جودل على أنه تمت البرهنة عليها. ولعله يبدو سخيفا أن رياضيا ما سيصبح فجأة غير قادر على فهم برهان ذاتى الدليل. ولكن انظر إلى الافتراض التالى:

**"دافيد دويتس لا يستطيع الحكم بثبات على أن هذه الجملة صادقة"**

أنا أحاول بأقصى جهد لدى، ولكننى غير مستطع أن أحكم بدون تناقض على أنها صادقة. لأننى لو فعلت سيكون بمثابة الحكم بأننى لا أستطيع الحكم بأنها صادقة وكأئنى أناقض نفسى. ولكنك تستطيع أن ترى أنها صادقة، ألا يمكنك؟ وهذا يرينا كيف أن مقترحاً غير مفهوم من شخص ما بينما هو ذاتى الدليل وصادق بالنسبة لكل الآخرين.

وعلى أية حال فإن بنروز يأمل فى نظرية أساسية للفيزياء تحل محل كل من النظريات العامة للنسبية ونظرية الكم. إنها قد تؤدى إلى تنبؤات جديدة لها مذاق مقبول ولكنها بالطبع سوف تتفق مع نظرية الكم والنظرية العامة للنسبية بالنسبة إلى كل المشاهدات القائمة (ليس ثمة تجارب معروفة تتعارض مع هاتين النظريتين). ومع ذلك فإن عالم بنروز، يختلف أساسياً وبشدة عما تصفه الفيزياء الموجودة. نسيح الحقيقة الرئيسى فيه هو ما تسميه عالم التجريدات الرياضية. وبهذا المعنى فإن بنروز الذى تشمل الحقيقة لديه كل التجريدات الرياضية، ولكن ربما ليس كلها (مثل الشرف والعدل)، إنما يقع فى مكان ما وسط بين أفلاطون وفيثاغورث. ما نسميه العالم الفيزيائى هو حقيقى بالكامل بالنسبة إليه (اختلاف آخر عن أفلاطون) ولكنه على نحو فإن جزءاً منه ينبثق عن الرياضيات نفسها. والأكثر من ذلك ليس ثمة عالمية، وبصفة

خاصة، ليس ثمة ماكينه يمكنها أن تحاكي عمليات التفكير البشرى الممكنة. ومع ذلك، فإن العالم (خاصة بالطبع، مادته الرياضية "المُخرّعة") يظل مفهوماً. وقابليته تلك للفهم ليست مؤكدة بسبب عالمية الكمبيوترات ولكن من خلال ظاهرة جديدة على الفيزياء (ولو أنها ليست كذلك لأفلاطون) وهى الخصائص الرياضية التى تتفجر بشكل مباشر فى العقل البشرى، عن طريق عمليات فيزيائية حتى يمكن اكتشافها والتعرف عليها. وبهذه الطريقة، طبقاً لبنروز، فإن الدماغ لا يقوم بعمليات الرياضية فحسب بالرجوع لما نسميه عادة بالعالم الفيزيائى. إن له توجه مباشر للحقيقة عند أفلاطون والمتعلقة بالمثل الرياضية ويمكنه فهم الحقائق الرياضية هناك (ولنضع قابلية الخطأ جانباً) بيقين مطلق.

مما يُقترح عادة أن الدماغ ربما يكون كمبيوتر كمى، وأن قابليات: حدوسه، والوعى، وحل المشاكل كلها تعتمد على الحوسبة الكمية. ربما يكون الأمر كذلك، ولكنى لا أعرف دليلاً عليه ولا مناقشة مقنعة على أنه كذلك. ورهانى الحق على الدماغ باعتباره كمبيوتر، هو من الطراز القديم (الموجود حالياً) ولكن هذا الموضوع مستقل عن أفكار بنروز. إنه لا يناقش أن الدماغ كمبيوتر عالمى جديد، مختلف عن الكمبيوتر الكمى العالمى عن طريق امتلاكه لخاصية إعادة عرض أكثر اتساعاً للحوسبة التى يمكن أن يحويها الجديد من الفيزياء قبل الكمية. إنه يناقش من أجل فيزياء جديدة لن تدعم أى حوسبة عالمية، ومن ثم فإنه فى ظل نظريته لن يكون ممكناً تفسير بعض أنشطة الدماغ على أنها حوسبية على الإطلاق.

لا بد أن أعترف بعدم استطاعتي فهم مثل هذه النظرية ومع ذلك ما دام التقدم المفاجئ فى العلم يعد أساسياً أن يصبح المطلوب أن يتم أى فهم له قبل أن يقع بالفعل. ومن الصعب الحكم على نظرية بنروز قبل أن يشكلها بشكل كامل. وإذا كانت ثم نظرية لها الخصائص التى يأملها من شأنها أخيراً أن تبطل أو تنسخ نظرية الكم أو النسبية العامة، أو كليهما، سواءً باجتياز الاختبارات التجريبية أو بمدنا بمستوى أعمق

من التفسير، إذن فإن أى شخص عاقل سوف يتبناها. وحينئذ سوف نقبل مغامرة فهم وجهة النظر الجديدة عن العالم التى سيجبرنا على تبنيها البناء التفسيري للنظرية. إن الأمر يشبه كما لو أنها وجهة نظر عن العالم مختلفة عن التى أقدمها فى هذا الكتاب. ومع ذلك لو استطعنا تمرير كل ذلك، فأنا، رغماً عن ذلك، سأخسر رؤية الدافع الأصلي وراء ذلك، وهو تفسير قابليتنا للإمساك ببراهين رياضية جديدة، وهو الأمر الذى يكفينى. والحقيقة الباقية هى: الآن وعبر التاريخ كانت ثمة صراعات بين كبار الرياضيين حول الطرق المختلفة للبرهان. وهكذا فلو أنه صحيح أن هناك حقيقة "نفسية" - رياضية - مطلقة تغذى صدقيتها أو صلاحيتها مباشرة فى أدمغتنا لتنشئ حدوداً رياضية، فإن الرياضيين لم يكونوا قابلين دوماً على تمييز هذه الحدود عن الأخرى الخاطئة والأفكار الخادعة. ولسوء الحظ ليس ثمة أجراس لتدق أو أضواء لتبرق عندما نفهم برهانا صادقا وصالحا. ربما نستشعر أحيانا بهذا الضوء، فى لحظة تيقظ، ومع ذلك يكون خاطئاً. وحتى لو تنبأت النظرية بأن هناك بعض المؤشرات الفيزيائية السابقة تصاحب الحدود الصادقة (أصبح هذا الآن غير قابل للتصديق) فلربما سيكون ذلك مفيداً، ولكنه غير معادل أو متساوى مع برهان يؤكد أن المؤشر يعمل. لا شئ يمكنه البرهنة على أن نظرية فيزيائية أحسن سوف تبطل نظرية بنروز يوماً ما، وتكشف أن هذا المؤشر لا يمكن الاعتماد عليه بعد كل شئ، وأنه يوجد مؤشر آخر أفضل منه. وهكذا حتى لو قدمنا كل ما هو ممكن من تنازلات لمقترح بنروز، لو تخيلنا أنه صادق واستخدمنا مصطلحاته تماماً فى التعبير عن وجهة نظرنا عن العالم، كل ذلك لن يفيدنا أو يساعدنا فى تفسير اليقين المزعوم فى المعرفة التى نحصل عليها من الرياضيات.

لقد قدمت فقط رسماً تصغيرياً تبسيطياً للجدل بين بنروز وبين المناوئين له. ولا بد أن القارئ سيفهم من ذلك أننى اتخذت جانب المناوئين. ومع ذلك لو تم استنتاج أن جدل بنروز - جودل قد فشل فى إثبات ما كان ينوى إثباته، واقتراحه بنظرية فيزيائية

جديدة يبدو أنه يشبه تفسيراً لما كان يزعم تفسيره. ومع ذلك فقد كان بنروز محقاً في أن أى وجهة نظر عن العالم تقوم على المفهوم القائم بأن العقلانية العلمية تنشئ مشكلة للأسس المقبولة في الرياضيات (أو كما يمكن أن يقوله بنروز: أى الوضع العكسى). تلك هى المشكلة القديمة التى أقامها أو أبرزها أفلاطون، المشكلة التى أشار إليها بنروز، والتى أصبحت أكثر لطفاً فى ظل نظرية جودل ومبدأ تورنج. وهى: فى الواقع الحقيقى المكوّن من الفيزياء والمفهوم عبر الطرق العلمية، من أين يأتى اليقين فى الرياضيات؟ بينما يعتبر معظم الرياضيين وعلماء الكمبيوتر أن اليقين المتحصل عن الحدس الرياضى من قبيل المضمون، فإنهم لم يأخذوا مشكلة التوفيق بينه وبين وجهة النظر العلمية عن العالم، بالجدية اللازمة، بنروز فعل ذلك، واقتراح حلا تصور فيه عالماً مفهوماً، رافضاً القوى فوق الطبيعية، معترفاً بالإبداع كمسألة مركزية فى الرياضيات، واصفاً الحقيقة الموضوعية لكل من العالم الفيزيائى والخصائص التجريدية، ملحقاً به توحيداً بين أسس الرياضة والفيزياء. وفيما يتعلق بكل هذا أنا فى جانبه.

وطالما أن محاولات هيلبرت وبنروز لمواجهة تحدى أفلاطون لا يبدو أنها نجحت. فالأمر يستأهل النظر مرة أخرى للتحدى الظاهر أو الواضح من أفلاطون لفكرة أن الحقيقة الرياضية يمكن الحصول عليها بأساليب العلم.

أول كل شىء، ذكر لنا أفلاطون أنه طالما وجّهنا أنفسنا فقط للدوائر غير التامة أو الصحيحة (مثلاً) فإننا إذن لن نحصل على أى معرفة عن الدوائر الصحيحة. ولكن لماذا لا، بالضبط؟ وبالمثل يمكن للمرء أن يقول بعدم استطاعة اكتشاف قوانين الكواكب لأننا لم نتوجه إلى الكواكب الحقيقة وإنما فقط تخيلنا الكواكب (البحث قال هذا، وقد شرحت لماذا كان ذلك من قبيل الخطأ). وبالمثل يمكن للمرء أن يقول إنه يستحيل بناء أدوات دقيقة لماكينة لأن هذه الأدوات سوف تبني بأدوات غير دقيقة. وبلاستفادة بالإدراك المتأخر، يمكننا رؤية أن هذا الخط من الانتقاد يعتمد على صورة مشوشة لكيف يعمل العلم - شىء مثل الاستقرار - وهو ما يدهشنا بشده طالما أن أفلاطون قد عاش قبل



ما يمكن تمييزه كعلم. ومثلاً لو قلنا إن الطريقة الوحيدة لتعلم شيء عن الدوائر من التجربة تتمثل في فحص أو تجربة آلاف من الدوائر الفيزيائية وبعدئذ ومن المعلومات المتراكمة نحاول استنتاج شيء عن تجريدية نظرائها الإقليدية. فإن أفلاطون ستكون له نقطة في جانبه أو صالحه هنا. ولكن لو نحن شكلنا بديهية بأن الدوائر الحقيقية تشبه الدوائر المجردة في نواح معينة، وحدث أننا كنا على حق، فإننا ربما نكون قد تعلمنا شيئاً عن الدوائر المجردة بالنظر إلى الدوائر الحقيقية. في الهندسية الإقليدية من المعتاد أن يستخدم المرء الرسوم البيانية لتحديد مشكلة هندسية أو حلها. ثمة إمكانية للخطأ في مثل هذه الطريقة للوصف لو أن عدم كمال الدوائر المرسومة أعطانا انطباعاً مخادعاً، على سبيل المثال لو بدا أن دائرتين يتماسان بينما هما ليستا كذلك. ولكن لو فهم المرء العلاقة بين الدوائر الحقيقية والدوائر الكاملة، فإن المرء يمكنه من خلال العناية الكافية أن يستبعد مثل هذه الأخطاء. وإذا لم يفهم المرء تلك العلاقة يصبح من المستحيل عملياً فهم الهندسة الإقليدية على الإطلاق.

الضمان لمعرفتنا بالدائرة الكاملة أو القامة التي يحصل عليها المرء من رسم تخطيطي يتوقف كلية على صحة الفرضية القائلة بأن مشابهة كل منهما للأخرى نسبية. مثل هذه الفرضية تشير إلى موضوع فيزيائي (الرسم التخطيطي) يماثل نظرية فيزيائية ولا يمكن أن يعرف أبداً كيقين. ولكن هذا، كما سيكون عند أفلاطون، لا يحول دون إمكانية دراسة الدوائر الكاملة من الخبرة، إنها فقط تمنع أو تحول دون اليقين. وهذا لا يقلق أحداً يبحث عن التفسيرات - وليس اليقين.

هندسة إقليدس يمكنها أن تتشكل بالكامل تجريبياً بدون رسوم ولكن الطريقة التي تستخدم بها الأعداد والحروف والرموز الرياضية في برهان رمزي يمكنها أن تثمر يقيناً بأكثر مما تفعله الرسوم التخطيطية ولنفس السبب. الرموز أيضاً هي موضوعات فيزيائية - نموذج من حبر على ورقة مثلاً- والتي تدل على موضوعات فيزيائية أو ترمز إليها. ومرة أخرى نحن نعتمد كلية على الفرضية بأن سلوك الرموز المجردة ستتواصل

مع سلوك المجردات التي تشير إليها ومن هنا فإن اعتمادية ما نتعلمه بالتعامل مع هذه الرموز، يتوقف كلية على دقة نظرياتنا عن سلوكها الفيزيائي، وعن سلوك أيدينا. وعيوننا .. وهكذا .. وعن تعاملاتنا وما نلاحظه على الرموز والمكيدة في هذا تتسبب فيها مصادفة التغير في مظهر الرمز في وقت لا تنظر فيها إليه - ربما مع ظروف التحكم عن بعد بـ remote control لجهاز معين عالي التقنية - وهو ما يمكن أن يخدعنا فيما نعرفه على سبيل اليقين.

دعنا الآن نختبر افتراضاً آخر قال به أفلاطون، وهو الافتراض بأننا لا نتوجه للكمال أو التمام في العالم الفيزيائي. ربما يكون على حق في أننا لن نجد شجاعة أو عدالة كاملتين، وبالتأكيد هو على حق بأننا لن نجد قوانين الفيزياء وكل مجموعة الأرقام الطبيعية. ولكننا يمكن إيجاد سيطرة كاملة على كوبري وأن نعثر على حركة تامة أو كاملة في وضع ما للشطرنج، ويمكننا أن نجد موضوع فيزيائي أو عملية فيزيائية تموضع لنا الخصائص المحددة للتجريد. إننا نستطيع تعلم الشطرنج من خلال مجموعة شطرنج حقيقية كما نستطيع تعلمه عبر شكل تام أو كامل لمجموعة شطرنج. إن أكل فيل في الشطرنج لا يعنى أن الملك مات، وإنما يعطينا أكثر من نهاية للمباراة.

كما يحدث فإن الدائرة الإقليدية الكاملة أو التامة يمكن جعلها في تناول حواسنا. أفلاطون لم يميز ذلك لأنه لم يكن يعرف شيئاً عن الحقيقة التقديرية. لن يكون ذلك صعباً بصفة خاصة لبرنامج في مولد حقيقة تقديرية، والذي تخيلته أو تصورته في الفصل الخامس، مع قواعد الهندسة الإقليدية بطريقة تجعل المستخدم يخبر بنفسه التفاعل مع دائرة كاملة. وإذا لم تكن لها تخانة ستكون الدائرة غير ملحوظة ما لم نتعامل مع قوانين البصريات، وفي مثل هذه الحالة ربما يغطيها بريق أو توهج ما لكي نجعل المستخدم يعرف أين مكانها. (البساطة ربما تكون مفضلة بدلاً من هذا القدر من الزواق أو التزيين). ويمكن أن نجعل الدائرة معتمدة وغير شفافة، ويمكن للمستخدم أن

يختبر خصائصها باستخدام أدوات قياس صارمة وغير قابلة للاختراق. أدوات قياس السماكة أو النحافة في الحقيقة التجريبية لا بد أن تكون تامة إلى مستوى حد السكين، كما يقال، لدرجة أن تقيس السماكة صفر بدقة. وسيسمح للمستخدم أن يستخرج مزيد من الدوائر وأشكال من الهندسة الإقليدية طبقاً لقواعد هندسة إقليدس. وحجم الأدوات كما حجم المستخدم نفسه يمكن تهيئتها حسب الرغبة مما يسمح بتنبؤات النظريات الهندسية بأن تراجع على أى مستوى أياً ما كانت جودتها. فى كل طريقة فإن الدائرة المحاكية يمكن أن تتواصل تحديداً مع الدائرة كما وصفتها بديهيات إقليدس. وهكذا بناء على العلم فى هذه الأيام لا بد أن نخلص أن أفلاطون ربما ارتأها للخلف. إننا يمكننا أن ندرك دوائراً فى العالم الفيزيقي (مثل الحقيقة التقديرية)؛ ولكن لا يمكن أبداً أن ندركها فى مجال أو عالم المثل بسبب أنه لم يحدث أن قيل إن هذا العالم موجود فلن ندرك منه شيئاً على الإطلاق.

وبالصدفة فإن فكرة أفلاطون عن الحقيقة الفيزيائية واحتوائها على تقليد غير كامل للمجردات، ليس من غير الضروري أن تكون متماثلة مع ما نعتقده فى أيامنا الحالية. مثل أفلاطون نحن لم نزل ندرس التجريديات فى ذاتها ولذاتها. ولكن فى العلم ما قبل جاليليو، وفى نظرية الحقيقة التقديرية نحن أيضاً ننظر للمجردات كوسائل لفهم الخصائص الفيزيائية الحقيقية أو الاصطناعية. وهنا نحن نأخذ الأمر كضمان بأن التجريديات هى دائماً تقريبات للمواقف الفيزيائية الحقيقية. وهكذا عندما فكر أفلاطون فى الدوائر الأرضية فوق الرمال على أنها تقريب للدوائر الحقيقية الرياضية، فهو يماثل ما فعله العالم الحديث فى النظر للدوائر الرياضية كتقريب للشكل الحقيقى لمدارات الكواكب، والذرات والأشياء الفيزيائية الأخرى.

والقول بأن هناك دائماً إمكانية بأنه فى مولد الحقيقة - التقديرية أو السطح البيئى لمستخدمه سوف يكونان خاطئين، فهل للحقيقة التقديرية أن تحاكي دائرة إقليدية، هل يقال ذلك فعلاً لتحقيق الكمال إلى حد مستويات اليقين الرياضى؟ بالفعل

يمكنها. لم يدع أحد أن الرياضيات نفسها خالية من هذا النوع من عدم اليقين. الرياضيون قد يقيمون حساباً خاطئاً، لا يتذكرون بديهيات، يصنعون أخطاءً مطبعية في حساباتهم.. إلخ.. المسألة هي، وبعيدا عن العوائق، أن تكون نتائجهم مراوغة. وبالمثل يكون مولد الحقيقة التقديرية، عندما يعمل بدقة طبقاً لمواصفات تصميمه، سوف يحاكي دائرة إقليدية كاملة على نحو تام أو دقيق.

ويشبه ذلك أننا لا يمكننا القول أبداً على سبيل التأكيد أن مولد الحقيقة التقديرية سيسلك سلوكاً طيباً وهو تحت هيمنة برنامج معين لأن هذا سيتوقف على الوظائف المصممة الآلة من أجلها، وبصفة كلية سيعتمد ذلك على قوانين الفيزياء. وطالما أننا لا نعرف قوانين الطبيعة بصفة مؤكدة، فإننا لا نستطيع أن نعرف بشكل مؤكد أن الآلة ستحاكي الهندسة الإقليدية بدقة، ولكن مرة أخرى لا أحد ينكر أن ظاهرة فيزيائية ما قبل إدراكها - سواء كان ذلك بسبب قوانين فيزيائية غير معروفة، أو بسبب مجرد مرض عقلي، أو خديعة حبر - كل ذلك قد يخدع أو يراوغ أى رياضى. ولكن إذا كانت قوانين الفيزياء متصلة بالمسألة كما نعتقد فيها، فإن مولد الحقيقة التقديرية سوف يقوم بوظيفته بشكل تام حتى ولو لم يمكننا التيقن من ذلك. لا بد أن نكون حذرين هنا فى التفرقة بين موضوعين: بين إمكان معرفتنا بأن آلة الحقيقة التقديرية تحاكي دائرة كاملة، وبين أنها تحاكي دائرة ما. لن يمكننا أبداً أن نعرف على وجه التأكيد، ولكن هذا لا يحتاج بأن ينتقص مقدار ذرة من كمال الدائرة التى تحاكيها الآلة فعلاً. سوف أعود إلى هذه المناقشة الحرجة - بين المعرفة التامة (اليقين) لخاصية ما وبين أن تكون هذه الخاصية كاملة فى ذاتها - بعد قليل.

افترض أننا أصلحنا عمداً برنامج الهندسة الإقليدية بحيث يستمر مولد الحقيقة التقديرية فى محاكاة الدوائر بشكل جيد ولكن بأقل من التمام. هل سنكون غير قادرين على استخلاص أى شىء عن الدوائر التامة من خلال المحاكاة غير التامة؟ هذا سيتوقف كلية عما إذا كنا قد عرفنا ما يتعلق بما غيرناه فى البرنامج إذا كنا نعرف

يمكننا أن نعمل في إطار اليقين (بعيدا عن العوائق ... إلخ ..) أى من أوجه الخبرات مع الآلة التى سوف تعرضها بأمانة عن الدوائر التامة، وأيها ليس كذلك. وفى هذه الحالة المعرفة التى سنحصل عليها يمكن الاعتماد عليها مثل تلك التى سنحصل عليها باستخدام البرنامج الصحيح.

عندما نتخيل الدوائر فإننا بالضبط نفعل نفس ما تفعله المحاكاة فى الحقيقة التقديرية فى أدمغتنا. والسبب فى أنها طريقة غير مفيدة فى التفكير بشأن الدوائر التامة، هو أننا قادرين على تشكيل نظريات سليمة عن الخصائص تشارك فيها أو لا تشارك خواص الدوائر المتخيلة مع خواص الدوائر الحقيقية.

باستخدام مرجعية الحقيقة التقريبية، يمكننا أن نجد ستة من الدوائر المتماثلة تتلامس مع حافة دائرة أخرى متماثلة معهم داخل طائرة دون أن تتشابك مع بعضها البعض. هذه الخبرة وفى ظل هذه الظروف ستماثل برهانا صارما على أن نموذجا ما ممكن، لأن الخواص الهندسية للأشكال التى تم محاكاتها سوف تكون متماثلة تماما مع تلك الأشكال التجريدية. ولكن هذا النوع من "الوكالة" التفاعلية مع الأشكال التامة ليس بمقدوره تحمل كل نوع من المعرفة عن الهندسة الإقليدية. معظم النظريات المهمة بالأمر لا تشير إلى نموذج بعينه ولكن إلى مستويات لا نهائية من النماذج. على سبيل المثال فإن مجموع زوايا أى مثلث إقليدى تساوى ١٨٠ درجة. نحن نستطيع قياس مثلثات معينة فى الحقيقة التقديرية بدقة تامة، ولكن لا نستطيع، حتى فى الحقيقة التقديرية، قياس كل المثلثات؛ ومن ثم لا نستطيع تصحيح النظرية.

كيف نصحيحها؟ بأن نبرهن عليها. البرهان يتم تعريفه تقليديا بأنه تتابع من الجمل تتوافق مع قواعد الدليل الذاتى للاستدلال. ولكن إلى أى مدى تتشابه عملية البرهنة فيزيائياً؟ للبرهنة على جملة عن عديد من المثلثات اللانهائية، على الفور سوف نختبر موضوعات فيزيائية معينة - الرموز فى هذه الحالة - لها خصائص معروفة مع كل مستويات المثلثات على سبيل المثال، وفى ظل ظروف صحيحة، عندما نلاحظ فى

الرموز:  $\Delta$  أ ب ج =  $\Delta$  د ح ط (أى أن المثلث أ ب ج متطابق مع المثلث د ح ط) فنحن نخلص أن كل مثلثات مستوى معين عرفناه بطريقة معينة له نفس الشكل الذى يستجيب للمثلثات فى مستوى آخر قمنا بتعريفه على نحو مختلف. الظروف الصحيحة التى تعطى هذه النتيجة من حالة البرهان، هى، ومن خلال مصطلحات فيزيائية، أن الرموز تظهر على صفحة تحت رموز أخرى (بعضاً منها تمثل بديهيات إقليدس الهندسية)، وأن النموذج الذى تظهر فيه الرموز يتطابق مع قواعد معينة، أعنى قواعد الاستدلال.

ولكن أى من قواعد الاستدلال التى يجب استخدامها؟ و هذا مثل التساؤل عن كيف نبرمج مولد الحقيقة التقديرية لمحاكاة الهندسية الإقليدية. وتتمثل الإجابة فى أننا يجب استخدام قواعد الاستدلال التى، وإلى أقصى حدود فهمنا، ستسبب فى أن تجعل رموزنا تسلك بطرق لها علاقة بالخواص المجردة التى تشير إليها. إننا لا يمكن أن ننجذب لهيمنة أرسطو وأفلاطون، ولا يمكننا البرهنة على أن قواعدنا للاستدلال زائفة (بعيداً تماماً عن نظرية جودل، فإن هذا سيقودنا إلى ندم بالغ، ذلك أننا يجب أن نثبت أولاً أن طريقة البرهان التى نستخدمها هى فى ذاتها صالحة). ولا نستطيع أن نذكر بعجرفة الانتقادات القائلة بأن هناك شيئاً خاطئاً فى حدوسهم؛ لأن حدوسنا تقول بأن الرموز سوف تشابه الخواص المجردة بدقة. كل ما نستطيعه هو أن نشرح. لا بد أن نفسر لماذا نعتقد بذلك، أنه فى نفس الظروف سوف تسلك الرموز بالطريقة المأمولة، فى ظل قواعدنا المقترحة. وعلى الانتقادات أن تشرح لماذا يفضل الناقدون نظرية منافسة. عدم الموافقة على أى من هاتين النظريتين هو جزئياً عدم موافقة على السلوك الملحوظ للموضوعات الفيزيائية. مثل هذا الرفض يمكن إبدائه بالطرق العلمية العادية. أحيانا يمكن حله بسهولة، وأحيانا لا يمكن. وسبب آخر لمثل هذا الرفض أنه يمكن أن يكون راجعاً لصدام مفاهيمى حول طبيعة الخواص التجريدية ذاتها. وحينئذ ومرة أخرى، إنها مسألة تفسيرات متنافسة وهذه المرة هى حول التجريد أكثر من كونها بشأن

الموضوعات الفيزيائية - وسواء استطعنا الوصول إلى فهم مشترك مع نقادنا، أو وافقنا على أننا كنا نناقش أمرين مجردين مختلفين، أو فشلنا في الموافقة على ذلك. ليس ثمة ضمانات. وهكذا فهو عكس المعتقد التقليدي، إنها ليست الحالة أن النزاعات في الرياضيات يمكن دائما أن تحل بواسطة الوسائل الإجرائية.

البرهان الرمزي اصطلاحياً يبدو للوهلة الأولى أن له سمة مختلفة عن النوع من البرهان الذي توكل به الحقيقة التقديرية. ولكننا نرى الآن أنه يتصل بطريقة الحوسبة في التجارب الفيزيائية. كل تجربة فيزيائية يمكن النظر إليها على أنها حوسبة، وكل حوسبة على أنها تجربة فيزيائية. في كلا النوعين من البرهان نحن نتعامل مع الخواص الفيزيائية (سواء في الحقيقة التقديرية أو لا) طبقاً للقواعد. في كلا الحالتين تمثل الخواص الفيزيائية الخواص المجردة المتعلقة بالأمر. وفي كلا الحالتين فإن اعتمادية البرهان تتوقف على صدق النظرية القائلة إن الخصائص الفيزيائية والمجردة تتشاركان بالفعل معاً في الخواص الصحيحة.

ويمكننا أن نرى أيضاً من المناقشة السالفة أن البرهان هو بذاته عملية فيزيائية. البرهنة على مقترح ما هي في الواقع تعنى أداء حوسبي، والذي إذا أجراه المرء بشكل صحيح، يؤسس صحة المقترح. عندما نستخدم الكلمة "برهان" للدلالة على موضوع، مثل "حبر على ورقة كتاب" فنحن نعنى أنه يمكن استخدام الموضوع كبرنامج لإعادة إنشاء حوسبة من النوع الصحيح.

ويتبع ذلك أنه لا نظريات الرياضيات، ولا عمليات البرهنة الرياضية، ولا خبرة الحدوس الرياضية، يمكن أن نستخلص منها جميعاً أي يقين. ولا شيء آخر كذلك نحصل منه على يقين. ومعرفتنا الرياضية، كمعرفتنا العلمية ربما تكون عمليتين متسعيتين تشرحان بحذق وروعة، وربما يتم قبولهما بدون تمسك بالأعراف القديمة، ولكنهما لا يقدمان اليقين. لا أحد يمكنه أن يضمن أن برهاناً كان يُعتقد بصلاحيته في السابق سوف لن يتوصل أحد في يوم ما على احتوائه على مفهوم خاطئ على نحو

هائل، تجعله كان يبدو طبيعياً من خلال عدم التساؤل المسبق عن فرضية "الدليل الذاتي" أو حول العالم الفيزيائي، أو العالم المجرد أو حول الطريقة التي تتصل بها الخواص الفيزيائية والمجردة مع بعضها البعض.

لقد كان من قبيل الخطأ، افتراض الدليل الذاتي، الذي تسبب في أن تكون الهندسة نفسها فرعاً من الرياضيات طوال ألفى عام. منذ ٣٠٠ قبل الميلاد عندما كتب إقليدس كتابه "العناصر" حتى القرن ١٩ (وبالطبع في كل القواميس والكتب المدرسية حتى يومنا الحالي). شكلت الهندسية الإقليدية جزءاً من حدس كل رياضي. ومؤخراً بدأ بعض الرياضيين الشك في واحدة من بديهيات إقليدس على أنها غير ذاتية الدليل (وهي المسماة "البديهية المتوازية"). في البداية لم يشك في أن البديهية صادقة. الرياضي الألماني الكبير كارل فريدريش جوس Karl Friedrich Gauss (\*) هو من يقال إنه أول من وضعها على محك الاختبار. البديهية المتوازية تُتطلب في إثبات أن مجموع زوايا المثلث تساوي ١٨٠ درجة وقد صار ذلك أشبه بالأسطورة (خوفاً من إقليدس). وضع جوس بعض مساعديه ومع كل منهم (أداة لقياس الزوايا) على قمة ثلاث من التلال بحيث تمثل الثلاث زوايا لأكبر مثلث يمكن قياسه قديماً. ولم يستكشف أي انحراف في تنبؤ إقليدس. ولكننا نرى الآن جميعاً أن ذلك بسبب أن الأدوات التي استخدمها لم تكن حساسة بدرجة كافية (المنطقة المجاورة للأرض يحدث أنها منطقة أكثر وداعة وألفة من الناحية الهندسية). النظرية العامة للنسبية لأينشتاين تضمنت نظرية جديدة للهندسة تتناقض مع نظرية إقليدس وأثبتتها التجربة. زوايا المثلث الحقيقي ليس بالضرورة أن

---

(\*) كارل فريدريش جوس Karl Friedrich Gauss (١٧٧٧ - ١٨٥٥) رياضي ألماني، كان أشبه بالمعجزة في الرياضيات حيث أدرك أهم مكتشفاته فيها وهو في سن ١٧ وحصل على الدكتوراه في سن ٢٢، والتي قدم فيها مفهوماً جديداً عن "الأرقام المعقدة" وبعدها بعامين طبع نظريته في الأرقام والتي اعتبرت واحدة من أهم إنجازات الرياضة في تاريخها، ومن بين أشياء أخرى خاصة في الفلك، له نظرية حملت اسمه عن تدفقات الكهرباء والمغناطيسية. (المترجم)



يكون مجموعها مساوياً ١٨٠ درجة، المجموع الحقيقي يعتمد على حقل الجاذبية الذي يتواجد فيه المثلث.

مثل ذلك وقع فى التصنيف الخاطئ الذى تسبب منه الخطأ الأساسى الذى وقع فيه الرياضيون عندما اعتبروا منذ العصور القديمة أن الرياضيات أكثر يقيناً عن أى شكل آخر للمعرفة. ومنذ الوقوع فى مثل هذا الخطأ فليس لدى المرء اختيار إلا أن يصنف نظرية البرهان كجزء من الرياضيات، لأن النظرية الرياضية لا يمكنها أن تكون يقينية، إذا كانت النظرية التى تعنى بتقويمها والحكم على طرقها فى البرهان هى نفسها غير يقينية. ولكن كما رأينا توا، نظرية البرهان ليست فرعاً من الرياضيات، وإنما هى علم. البراهين ليست من قبيل المجردات. ليس ثمة ما هو من قبيل ذلك يمكنه أن يثبت أو يبرهن على شىء كما أن لا شىء أيضاً من هذا القبيل التجريدى يمكنه أن يجرى عمليات حسابية أو عمليات حوسبية. المرء يمكنه بالطبع أن يعرف مستوى معين من الجواهر المجردة ويسمىها "براهين"، ولكن هذه البراهين لا يمكنها التحقق من جملة رياضية أو يؤكد صحتها لأنه لا أحد يمكنه أن يراها رأى العين. ولا يمكنها أن تستحث أحداً على صدق افتراض، بأكثر مما يفعل مولد حقيقة تقديرية مجرد، الذى هو غير موجود فيزيائياً، ويحثهم على فهم بيئة مختلفة، أو ما يفعله كمبيوتر مجرد يمكنه أن يحل لنا رقماً ما. نظرية رياضية للبراهين لا يمكنها أن تتحمل كون الحقائق الرياضية يمكن أو لا يمكن البرهنة عليها فى الحقيقة الواقعية، كما أيضاً نظرية عن الحوسبة تجريدية لا يمكنها أن تحمل فى طياتها كون الرياضيين - أو أى من الآخرين - لا يمكنهم فى الحقيقة القيام بالعمليات الحسابية، ما لم يكن هناك سبباً تجريبياً يمكن معه تصديق أن الحوسبة المجردة فى النظرية تشبه الحوسبة الحقيقية. الحوسبة بما فيها ما صُنّف على أنه براهين هى من قبيل العمليات الفيزيائية. نظرية البرهان تدور حول تأكيد أن تلك العمليات تشبه بدقة الجواهر أو الكينونات المجردة المزمع مشابقتها.

نظريات جودل اعتبرت أول نظريات عن المنطق البحث منذ ألفى عام. والأمر ليس كذلك: نظريات جودل تدور حول ما يمكن وما لا يمكن البرهنة عليه، وأن البرهان هو عملية فيزيائية. ليس في نظرية البرهان ما يدل على أن المنطق البحث هو المعنى وحده. الطريقة الجديدة التي استطاع جودل أن يأتي بإثبات عام حول البراهين تعتمد على افتراضات معينة حول أي من العمليات الفيزيائية يمكنها أو لا يمكنها أن تمثل حقيقة مجردة بأسلوب يُمكن الملاحظ من الاستكشاف ومن ثم الاقتناع بما استكشفه. ركز جودل على هذه الافتراضات واحتفظ بها إلى أن قام بتقويم واضح وصامت أيضا لنتائج. وهو قوم هذه النتائج التي توصل إليها على أساس ذاتية الدليل، وليس على أنها "منطق بحث" وبسبب ذلك وجدوا الافتراضات ذاتية الدليل.

واحدة من افتراضات جودل كانت تلك المعروفة تقليديا والتي تقول بأن للبرهان عدد نهائى من الخطوات. التقويم الحدسى لهذه الفرضية يتمثل فى أننا كائنات نهائية، وأن جودل يستحيل أن يمسك حرفيا بأعداد لا نهائية من التأكيدات. هذا الحدس بالمناسبة، تسبب فى كثير من قلق عدد من الرياضيين عندما استخدم كينيث أبل<sup>(\*)</sup> Kenneth Appel، وولفجانج هاكن<sup>(\*\*)</sup> Wolfgang Haken كمبيوترا للبرهنة على الحدس

---

(\*) أبيل كينيث Kenneth Appel (١٩٢٢ - ...) رياضى أمريكى قام بحل واحدة من أشهر المشكلات الرياضية: "نظرية الألوان الأربعة" حين أثبت أن أى خريطة ثنائية البعد يمكن أن تغطى بأربعة ألوان دون أن تشارك أى بلدة متاخمة فى اللون المتأخم لها. وهو البرهان الذى يحظى بجدل كبير فى الرياضة الحديثة لاعتماده الكثيف على "الأرقام المنسحقة Numbers Crunching" فى علوم الكمبيوتر وتصنيفها بين الممكنات. ورغم اعترافه الشخصى بأن البرهان تنقصه الأناقة كما لا يؤدي إلى بصيرة ما يمكنها أن تقود مستقبل الرياضة، إلا أن البعض يرون أن البرهان يمكن أن يحدث تغييراً فى مجريات الرياضة فى مجال علوم الكمبيوتر. (المترجم)

(\*\*) ولفجانج هاكن Wolfgang Haken (مولود ١٩٢٨) رياضى أمريكى تخصص فى الطبوغرافيا واستطاع مع زميله كينيث أبل بجامعة الينوى أن يوصلا إلى "نظرية الألوان الأربعة" المشار إليها فى =

الشهير "الألوان الأربعة" (أى أنه باستخدام أربعة ألوان فقط ومختلفة عن بعضها البعض فى خريطة يتم رسمها فى طائرة، يمكن أن تكون ملونة دون أن تكون أى منطقة متاخمة بنفس لون المنطقة المجاورة). تطلب البرنامج مئات من ساعات العمل الكمبيوترى، والذي يعنى أن الخطوات التى استغرقها البرهان لو تم تدوينها كتابة، فإنه لن يتسنى لامرئ أن يقرأها، ناهيك عن ملاحظة ذاتية الدليل فيها، على مدى عمره ولو تعدد هذا العمر. هل نأخذ "كلمة" الكمبيوتر على محمل أنه قد تمت البرهنة على الحدس؟ هكذا سيتساءل المتشككون فى تعجب، ولو أنه لم يحدث أنهم صنفوا جميع الإشارات التى ترسلها كل الخلايا العصبية (العصبونات) "neurons" فى أدمغتهم عندما يتقبلون برهاناً بسيطاً ذو صلة.

نفس القلق يبدو أنه بحاجة لمزيد من التقويم عندما يطبق الأمر على برهان مزعوم له عدد لا نهائى من الخطوات. ولكن ما هى "الخطوة"؟ وما هو "اللانهاى"؟ فى القرن الخامس قبل الميلاد انتهى زينون الأيلى (\*) Zeno of Elea، بناء على حدس مماثل، بأن أخيل(\*\*) Achilles لن يسبق أبداً السلحفاة ما دامت قد بدأت السباق قبله. وبعد

---

= الفقرة السابقة، وهو كرياضى محترف تعرّف على مشكلات المجال الثلاثى الأبعاد، الأكثر سرعة فى حل هذه المشكلة من خلال طرق اتسمت بالجزرية وغير المسبوقة والتى أدت إلى حلول كثيرة لمعضلة القرار، كما أن له أفكاراً أخرى ذات أهمية مثل ما يعرف بتشعبات هاكن، وتناهيات هاكن، وأيضاً أنشأ نظرية عن "السطوح العادية" امتداداً لعمل زميل له آخر. (المترجم)

(\*) زينون الأيلى Zeno of Elea (٤٩٥ - ٤٢٠ ق.م) فيلسوف رياضى إغريقى ويعتبر من السابقين على سقراط، وأطلق عليه أرسطو "مخترع الجدل dialectic" ويعرف بمتناقضاته التى بسببها تقدمت علوم المنطق والرياضيات وكان قد استمر على منوال بارمنيدس Parmenides ولكن من موقف معارض لأطروحاته التجريدية والتحليلية، ورفض لها من خلال البرهان غير المباشر redutio ad absurdum، وهو صاحب متناقضة أخيل الشهيرة. (المترجم)

(\*\*) متناقضة "أخيل" Paradox Achilles وهو فرض وضعه الفيلسوف الإغريقى الصوفى زينون الإيلى تصور فيه أن ثمة مسابقة تجرى بين أخيل المعروف بقدرته على الجرى ١٠ أقدام فى الثانية الواحدة، وبين سلحفاة لا تستطيع سوى أن تقطع ٥ أقدام فقط فى الثانية ولكن أخيل تطوع لها بأن تسبقه ١٠ =

كل شيء وبمرور الوقت وصل أخيل للنقطة التي وصلت إليها السلحفاة الآن، ثم تحركت قليلاً، ومع الوقت وصل للنقطة الجديدة، تحركت هي أكثر ومع الوقت وصل للنقطة التالية وهكذا إلى ما لا نهاية.

محاولات أخيل المتواصلة في الوصول للنقطة التي تصل إليها السلحفاة من جديد، تطلبت معه عدد لا نهائى من خطوات الوصول، ومن ثم فهو ككائن نهائى (منته أو فان) من المفترض أنه لا يستطيعها، ولكن الذى يستطيع أن يفعله أخيل لا يتسنى اكتشافه من خلال المنطق البحت. إنه يعتمد كلية على قوانين الفيزياء الحاكمة لما يستطيعه. وإذا كانت هذه القوانين تقول بأنه سيستطيع الفوز على السلحفاة، إذن سيفوز عليها. طبقاً للفيزياء القديمة فإن الفوز أو اللحاق بشيء يتطلب عدداً نهائياً أى محدوداً من الخطوات للشكل "تحرك إلى الموقع الحالى للسلحفاة" بنفس معنى أنها عمليات حوسبة لا نهائية - مؤخراً اعتُبر أن كمية مجردة تصبح أكثر من غيرها، عندما يتم استخدام مجموعة معينة من العمليات، إنه برهان له عدد لا نهائى من الخطوات ولكن القوانين المتصلة به تدل بوضوح على أنها عمليات فيزيائية نهائية - وهذا هو كل ما يهم.

حدس جودل عن الخطوات "والنهائية"، وفى حدود ما نعرف، قد وضع اليد على قيود فيزيائية حقيقية على عمليات البرهنة. نظرية الكم تتطلب خطوات متميزة غير مترابطة، وليس هناك واحدة من الطرق المعروفة التى من خلالها يمكن استكشاف موضوعات فيزيائية تسمح بخطوات لا نهائية لتحقيق نتيجة متفوقة مقاسه. (ومع ذلك ربما يصبح من الممكن لعدد لا نهائى من الخطوات أن يتم فى كل تاريخ عمر الكون - كما سأنشر فى الفصل ١٤) الفيزياء التقليدية لم تعمل وفق مثل هذه الحدوس إذا كان

---

= أقدام تقديراً لضعفها ويرى زينون أن أخيل لن يلحق أبداً بالسلحفاة لأنه كلما وصلت أقدامه للموقع التى كانت عليه السلحفاة ستكون بدورها قد سبقته إلى موقع متقدم عنه. (المترجم)

من غير الممكن أن تكون صادقة. على سبيل المثال الحركة المستمرة للنظم التقليدية سوف تسمح بمشابهة الحوسبة التي لن تستمر في الخطوات والتي لديها إعادة عرض جوهرية أو فعلية ومختلفة عن ماكينة تورنج العالمية. وثمة عدة أمثلة معروفة ابتكرتها القوانين التقليدية التي يمكن من خلالها لكمية لا نهائية من الحوسبة (لا نهائية بمعنى مستويات ماكينة تورنج أو الكمبيوتر الكمي) أن تتم بواسطة طرق فيزيائية نهائية. من الطبيعي أن الفيزياء التقليدية لا مفر لها أو لا يمكنها تجنب نتائج التجارب غير المحدودة، حتى أنه يبدو مصطنعاً الإعلان بما كانت ستكون عليه قوانين الفيزياء التقليدية، ولكن ما تظهره هذه الأمثلة أن المرء لا يستطيع البرهنة، مستقلاً أو بعيداً عن أى معرفة بالفيزياء، على أن البرهان لا بد أن يكون من عدد نهائى من الخطوات - ونفس الاعتبار يطبق فى الحدس بأن ثمة عدداً نهائياً من قواعد الاستدلال وأن هذه القواعد قابلة للتطبيق دوماً. وليس من بين هذه المتطلبات ما له معنى فى مجال التجريد: إنها متطلبات فيزيائية. فى مقاله المؤثر "حول اللانهائية" إذ درى هيلبرت وتناول بسخرية فكرة "عدد نهائى من الخطوات" على أنها فكرة غير جوهرية أو فعلية. ولكن مقولته تلك أبرزت أنه كان على خطأ: إنها جوهرية وفعلية، وهى تأتى من حدسه وحدوس الرياضيين الآخرين الفيزيائية.

وعلى الأقل فإن واحدة من حدوس جودل عن البرهان ظهر أنها خاطئة، ولحسن الحظ أنها لم تؤثر على براهين نظرياته. لقد ورث هذه الحدوس من الرياضيات اليونانية المبكرة، وظلت بدون تساؤل أو بحث من كل الأجيال التى تلت ذلك من الرياضيين. إلى أن تمت البرهنة على زيفها فى ثمانينات القرن الماضى مع توالى الاكتشافات فى نظرية الحوسبة الكمية. وهى الحدس القائل بأن البرهان هو طراز متميز وفريد من الموضوعات، بمعنى أنه تتالى من الجمل التى تتبع قواعد الاستنتاج. وقد ناقشت فيما سبق أن البرهان من المفضل النظر إليه كعملية وليس كموضوع، نوع من الحوسبة. ولكن فى النظرية التقليدية للبرهنة أو للحوسبة، فإن هذا لا يشكل فرقاً

أساسياً، وذلك للسبب التالي: إذا مضينا في عملية البرهان فإننا من خلال قدر متوسط من الجهد الإضافي، نستطيع أن نحتفظ بسجل لكل ما له صلة ويحدث خلال العملية. هذا السجل وهو موضوع فيزيائي سوف يشمل برهان يحمل معنى الجمل المتتالية. وعلى سبيل الحديث فإذا كان لدينا هذا السجل فإننا نستطيع قراءته، ومراجعة ما إذا كان متفقاً مع قواعد الاستنتاج، ومن خلال فعلنا ذلك سنبرهن على النتيجة. وبكلمات أخرى ففي الحالة التقليدية فإن التحول بين عمليات البرهنة وبين موضوعات البرهنة تمثل هدفاً قابلاً للتشكّل.

والآن اعتبر أن بعض الحساب الرياضي قابل للتشكّل من كل الكمبيوترات التقليدية، ولكن افترض أن كمبيوتر كمياً يمكن أن يحقق ذلك بسهولة مستخدماً التداخل بين مثلاً  $10^{500}$  من الأكوان. ولكي يكون ما أعنيه أوضح، دع هذا الحساب تكون له نتيجة أو إجابة (على غير نتيجة التحليل) لا يمكنها أن تُشكّل تأكيداً أو تصحيحاً ساعة أن حصلنا عليها. عملية برمجة كمبيوتر كمى ليؤدي مثل هذه الحوسبة، تشغيل البرنامج والحصول على نتيجة، تؤسس برهاناً على أن الحساب الرياضي لديه هذه النتيجة المتفردة. ولكن الآن لا توجد طريقة لحفظ سجل لكل ما حدث خلال عملية البرهنة، لأن معظم ما حدث قد وقع في أكوان أخرى، وقياس حالة الحوسبة سوف تغير من خصائص التداخل ومن ثم تجعل البرهان غير صالح. وبذلك إنشاء برهان بالطريقة التقليدية، على أنه موضوع، سوف يكون أمراً مخادعاً، وأكثر من ذلك، فكما نعرف أنه ليست ثمة مادة قريبة في الأكوان لنصنع مثل هذا الشيء. طالما سيكون هناك مزيد من الخطوات العديدة في البرهان أكثر من الذرات الموجودة في الكون الذي نعرفه. هذا المثال يُظهر أنه بسبب إمكانية الحوسبة الكمية، فإن الفكرتين المتعلقين بالبرهان (موضوع - عملية) لا علاقة لإحدهما بالآخرى. الحدس بأن البرهان ما هو إلا موضوعاً، لا يمكنه الإمساك بكل الطرق التي من خلالها يمكن البرهنة على جملة رياضية في الحقيقة.

ومرة أخرى، لقد رأينا عدم ملائمة الرياضيات التقليدية وطرقها في استخلاص اليقين بمحاولة تنقية كل وسيلة ممكنة من الغموض أو الخطأ في حدوسنا حتى تبقى فقط الحقيقة أو الصدق ذاتي الدليل. وهذا ما فعله جودل. وهو ما فعله كل من تشرش Church، وبوست Post وبصفة خاصة تورنج في محاولة حدس نماذجهم العالمية للحوسبة. لقد كان أمل تورنج أن شريطه الورقي المجرد سيكون بسيطاً وشفافاً، ومُعرِّفاً بشكل جيد، ولا يعتمد على أي فرض بشأن الفيزياء حتى لا يتم إفساد إدراكه. وبالتالي هذا من شأنه أن يصبح أساساً لنظرية مجردة في الحوسبة مستقلة عن الفيزياء التي نعرفها. وكما وضعها فاينمان مرة "لقد ظن أنه فهم الورقة" ولكنه كان مخطئاً. ورقة الميكانيكا الكمية الحقيقية تختلف كثيراً عن المادة الخام المستخدمة في ماكينة تورنج. ماكينة تورنج تقليدية بالكامل ولا تسمح بإمكانية احتواء الورقة لرموز مختلفة مكتوبة في أكوام مختلفة، وأنه من الممكن أن تتداخل فيما بينها. وبالطبع ليس من قبيل الأسلوب العملي استكشاف تداخل بين حالات مختلفة لشريط ورقي. ولكن المسألة هنا هي أن حدس تورنج، وبسبب احتوائه على فروض من الفيزياء التقليدية، تسبب هذا الحدس في أن يجرد بعضاً من خصائص ماكينته البديهية، وهي الخصائص التي انتوى أن يحتفظ بها. وهذا هو السبب في أن طرازه في الحوسبة الذي انتهى إليه لم يكن كاملاً.

من الأمور الطبيعية أن يظن الفيزيائيون بأن الأجيال يمكن أن ينجم عنها أخطاء حول مادة البرهان واليقين وأيضاً فالمناقشات الحالية تقودنا إلى توقع أن وجهة النظر السائدة لن تبقى إلى الأبد. ولكن الثقة في أن الرياضيين قد عوققتهم تلك الأخطاء وأن إمكانياتهم في التعرف على الخطأ في هذه الأشياء هي، في اعتقادي، تتعلق في ما تردد قديماً وظل واسع الانتشار من خلط بين طرق الرياضيين وبين "المادة - الموضوع"، دعني أشرح: كما لا تشبه العلاقات بين الخواص الفيزيائية والعلاقات بين الخواص المجردة في كونها مستقلة عن أي ظروف طارئة أو مشروطة أو أية قوانين للفيزياء. إنها

محددة كلية وموضوعية تماماً بخلاف كمية هائلة من الخواص المجردة نفسها. والرياضيات كدراسة لتلك الخواص المجردة ذاتها، هي لذلك دراسة عن الصدق الضروري لها. وفي كلمات أخرى فإن الصدق أو الحقائق التي يدرسها الرياضيون هي مطلقة اليقين. ولكن هذا لا يعنى أن معرفتنا لهذا الحقائق الضرورية هي نفسها يقينية، ولا تعنى أن الطرق التي يستخدمها الرياضيون تستتبع الصدق الضروري في النتائج التي يتوصلون إليها. وبعد كل شيء فالرياضة تدرس أيضا التناقضات والمسائل الخادعة.

الصدق الضروري هو مجرد "المادة - الموضوع" للرياضيات وليس المكافاة التي تنأتى عن ممارستنا الرياضية. موضوع الرياضيات ليس اليقين الرياضى، ولا يمكن أن يكون وليس حتى الصدق الرياضى، أو اليقين أو أى شيء آخر. إنه، ولا بد أن يكون، التفسير الرياضى.

لماذا إذن لا تعمل الرياضيات بهذه الكفاءة لماذا تقود إلى نتائج، يمكن قبولها وتطبيقها بدون مشاكل فيها لآلاف السنين على الأقل على الرغم من عدم يقينها. العقل، بشكل مطلق، هو جزء من معرفتنا للعالم الفيزيائى، هو أيضا يمكن الاعتماد عليه كما أنه ليس محل خلاف. وعندما نفهم العالم الفيزيائى بشكل جيد وكاف فإننا أيضا نفهم ما هي الموضوعات الفيزيائية التي لها خواص مشتركة مع الخواص المجردة ولكن بشكل مبدئى فإن اعتمادنا على المعرفة الرياضية يظل ثانويا بالنسبة لمعرفةنا للحقيقة الفيزيائية. كل برهان رياضى يعتمد على صلاحيته فى أن يكون على حق بالنسبة للقواعد التي تحكم سلوك بعض الموضوعات الفيزيائية، سواء أكانت الحقيقة التقديرية، أو حبر على ورق، أو حتى أدمغتنا ذاتها. الحدس الفيزيائى، هو مجموعة قواعد مبدئية، ربما ورثنا بعضها، وكثير منها تم بناؤه خلال مرحلة الطفولة، حول كيف يتصرف العالم الفيزيائى. وعلى سبيل المثال: لدينا حدوس بأن بعض الموضوعات الفيزيائية لها مساهمات نهائية مثل الشكل واللون والوزن ووضع فى الفراغ، وبعضها يوجد حتى لو



لم تكن هذه الموضوعات ملحوظة. وهناك أشياء أخرى متقلبة فيزيائياً مثل ما يعنيه الوقت الذي يساهم فيه التغير، ومع ذلك تحتفظ الأشياء بهويتها عبر الزمن. ثم هناك أن هذه الأشياء تتفاعل وهذا التفاعل قد يغير بعض مساهماتها التي أشرنا إلى أمثلتها. الحدس الرياضى يتعلق بالطريقة التي يمكن بها للعالم الفيزيائى أن يؤدي الخصائص المجردة. واحد من هذا القبيل هو القانون التجريدى، أو على الأقل التفسير لما هو وراء السلوك البادى من أى موضوع. الحدس بأن الفضاء يسمح للسطوح المغلقة التي تفصل بين ما هو داخلى وما هو خارجى، ربما يتم تهذيبه إلى حدس رياضى من مجموعة تفصل كل شيء كأعضاء وغير أعضاء فى هذه المجموعة ولكن تهذيبات وتنقيات أخرى أجراها الرياضيون بدءاً برسل ورفضه لنظرية فريج Freg للمجموعات، قد أبرزت أن مثل هذا الحدس يمكن أن يكون أكثر دقة عندما تحتوى المجموعة محل التساؤل أو البحث على الكثير من الأعضاء (عدد كبير من أعضاء لا نهائين).

حتى لو كان ثمة حدس فيزيائى أو رياضى قد تحصلنا عليه بالميلاد فإن هذا لا يعطيه أية أفضلية أو سلطة. الحدس الموروث لا يمكن أن يؤخذ على أنه بديل أو موكل به "التذكر" عند أفلاطون لعالم "المثل". لأنه من الملاحظات المألوفة أن كثيراً من الحدوس التي تنشأ داخل الكائن الحى عبر وقائع التطور عادة ما تكون بسيطة وغير صادقة. على سبيل المثال: العين البشرية وهيمنتها على المواد المعدة للرؤية، والتي تتضمن النظرية الخادعة بأن الضوء الأصفر يتكون من خليط من اللونين الأحمر والأخضر (بمعنى أن الضوء الأصفر يعطينا نفس الإحساس الذى يعطينا إياه خليط من اللونين الأحمر والأخضر). فى الحقيقة كل طراز من تلك الأضواء له تردداته الخاصة ولا يمكن إنشاؤه من خليط من الترددات المختلفة. الحقيقة أن خليطاً من الضوء الأحمر والأخضر يبدو لنا كما لو أنه أصفر وأن هذا لا صلة له بخواص الضوء ولكن بخواص العين. إنه نتيجة لتسوية مصممة حدثت فى وقت ما لدى أسلافنا الأوائل عبر مراحل التطور. إنها فقط من الممكن (ولو أننى لا أعتقد فى ذلك) أن تكون الهندسة الإقليدية أو

المنطق الأرسطي كلاهما مبنياً بطريقة ما داخل أدمغتنا، كما اعتقد الفيلسوف إيمانويل كانط(\*) Immanuel Kant لكن هذا لا يدعو منطقياً إلى أنها صادقة. وحتى مع بقاء الواقعة المفرطة في عدم قابليتها للتصديق بأن لدينا حدوساً موروثة وأننا مؤسسين على عدم إمكانية هزها أو قلقلتها أو إعادة تنظيمها، فإنه يبقى أن تلك الحدوس ليست بالضرورة صادقة.

إذن فإن نسيج الحقيقة له بناء موحد أكثر مما كان ممكناً لو أن المعرفة الرياضية قابلة للتحقق باليقين وبالتالي مرتبة على درجات كما كان مفترضاً تقليدياً. الخواص الرياضية هي جزء من نسيج الحقيقة لأنها هائلة ومعقدة. ونوع الحقيقة التي تشكلها تشبه إلى حد ما عالم التجريد الذي تصوره أفلاطون وبنروز رغم أنها، بالتعريف، غير ملحوظة أو ملموسة، إنها موجودة موضوعياً ولها خواص مستقلة عن قوانين الفيزياء. ومع ذلك فإنها الفيزياء هي التي تسمح لنا بالحصول على معرفتنا بهذا المجال. وهي تفرض قيوداً صارمة. كما كان سهلاً أن يكون كل شيء في الحقيقة الفيزيائية مفهوماً، فإن فهم الحقائق الرياضية هو بالتحديد الأقلية البالغة الصغر التي يحدث أن تتطابق تماماً مع بعض الحقائق الفيزيائية – مثل حقيقة أن رمزاً معيناً مصنوعاً من نقطة حبر على ورقة يمكن التعامل معه يدوياً فتظهر رموز معينة أخرى. بمعنى أنها الحقائق التي لا يمكن محاكاتها في الحقيقة التقديرية. وليس لدينا خيار سوى افتراض أن الخصائص الرياضية غير المفهومة حقيقية هي الأخرى؛ لأنها تبدو كأنها لا مهرب منها في تفسيرنا لما هو المفهوم منها.

---

(\*) إيمانويل كانط Immanuel Kant (١٧٢٤ - ١٨٠٤) فيلسوف ميتافيزيقي ألماني يعرف بأبي المثالية المطلقة (شديد الانضباط حتى يقال إن الناس كانت تضبط ساعاتها على لحظة خروجه من منزله للتريض اليومي) عُرف بشمول أعماله وتقليديتها فيما يتعلق بنظريات المعرفة والأخلاق والجمال، وفي ستينيات القرن ١٧ أصبح ناقدًا رئيسيًا لفلسفة ليبنيز Leibniz والتي كانت سائدة في ألمانيا وقتئذٍ وماجم أفكارها الرئيسية وطرقها الرياضية ومن أهم مؤلفاته "نقد العقل الخالص" في ١٧٨١ (ميتافيزيقا) و"نقد العقل العملي" في ١٧٨٨ (أخلاق) و"نقد الحكم" في ١٧٩٠ (ملحق للكتابين). (المترجم)

ثمة موضوعات فيزيائية - مثل الأصابع والكمبيوترات والأدمغة - التي يمثل نموذجها تلك الموضوعات المجردة المعينة. بهذه الطريقة فإن نسيج الحقيقة الفيزيائية يمدنا بشباك نطل منه على عالم التجريد. إنه شبك ضيق جداً ولا نرى منه سوى مستوى محدود من المشهد. وبعض البناءات التي نراها هناك مثل الأرقام الطبيعية أو قواعد الاستنتاج في المنطق التقليدي، تبدو كأنها مهمة أو "أساسية" بالنسبة للعالم التجريدي، بنفس الطريقة التي تبدو قوانين الطبيعة العميقة أساسية بالنسبة للعالم الفيزيائي ولكن هذا قد يكون مظهراً مخادعاً. لأن ما نراه فعلاً أن بعض البناءات التجريدية هي أساسية لفهمنا للتجريد. ليس ثمة سبباً لافتراض أن تلك البناءات هي موضوعياً ذات معنى في عالم التجريد. إنها مجرد أن بعض الخواص التجريدية هي قريبة ومنظورة لأعيننا بسهولة عبر النافذة عن غيرها.

## اصطلاحات :

الرياضيات: Mathematics	دراسة الحقائق الضرورية المطلقة.
البرهان: Proof	طريقة لإنشاء الصدق للفروض الرياضية. تعريف تقليدي: متتابعة من الجمل تبدأ بمقدمات وتنتهي بنتائج مرغوبة، وتتلاءم مع قواعد معينة للاستنتاج. تعريف أفضل: هو حوسبة تنمذج خواص جوهر مجرد ما، وتنشئ مخرجاتها أن هذا الجوهر له خاصية معينة.
حدس رياضي: Mathematical intuition	(تقليديا) هو وسيلة مطلقة ذاتية الدليل للحكم على التسبب الرياضي. (فعليا) مجموعة من النظريات (بالوعى أو بدونه) حول سلوك موضوعات فيزيائية معينة التي ينمذج سلوكها تلك الجواهر المجردة بما فيها من إثارة.
الحدسية: Intuitionism	المذهب القائل بأن تسبب الجواهر المجردة لا يكون صحيحا إلا إذا كان قائما مباشرة على حدس ذاتي الدليل. وهي الوجه الرياضي لنظرية "الأناة".

<p>مسألة هيلبرت العاشرة Hilberts tenth problem</p>	<p>إقامة، لمرة واحدة وأخيرة، يقين في الطرق الرياضية من خلال العثور على مجموعة من قواعد الاستنتاج ملائمة لكل البراهين الصادقة، ثم إثبات أن تلك القواعد متينة ومتماسكة بمستوياتها ذاتها.</p>
<p>نظرية جودل غير المكتملة: Godel incom- pleteness theorm</p>	<p>برهان على أن مسألة هيلبرت العاشرة لا يمكن حلها. لأن في كل مجموعة من القواعد للاستنتاج، ثمة قواعد صالحة لا يمكن تصور صلاحها عبر تلك القواعد.</p>

### الخلاصة :

الجواهر المجردة معقدة وهائلة وتوجد موضوعيا كجزء من نسيج الحقيقة. توجد حقائق ضرورية ومنطقية حول هذه الجواهر وهذا يشكل تسوية للموضوع - المادة في الرياضيات. ومع ذلك مثل هذه الحقائق لا يمكن أن تعرف على أنها يقينيات. البراهين لا تستنتج أى يقين فى نتائجها. صلاحية أى شكل لبرهان معين تعتمد على صدق نظرياتنا عن سلوك الموضوعات والتي نشكل بها البرهان. ولهذا فإن معرفتنا الرياضية هى بصفة أصلية ثانوية وتعتمد كلية على معرفتنا للفيزياء. فهم الحقائق الرياضية هو بالتحديد الأقلية البالغة الصغر التى يمكن محاكاتها فى الحقيقة التقديرية. ولكن الجواهر الرياضية غير المفهومة (مثل بيئات الكانتجوتو) توجد أيضاً لأنها تبدو أنها لا مفر منها فى تفسير الجواهر المفهومة.

لقد ذكرت أن الحوسبة هي دائما مفهوم كمي؛ لأن الفيزياء التقليدية كان متعذرا حملها للحدس الذي يشكل الأساس للنظرية التقليدية للحوسبة. نفس الشيء يصدق على الزمن. عصور سلفت قبل اكتشاف نظرية ميكانيكا الكم، كان الزمن هو أول مفهوم كمي.

## الفصل الحادى عشر

الزمن : أول مفهوم كمى





كما تتدافع الأمواج نحو الشاطئ الصخري تتعاجل  
الدقائق إلى نهايتها كل منها تسرع للحلول محل  
سابقتها تكدح دائبة وعلى نحو متتابع لتأكيد تنافسيتها.

ويليام شكسبير(\*)

William Shakespeare

القصيدة رقم ٦٠

ولو أن الزمن يعد واحداً من أكثر ما نألفه في مساهمات فيزياء العالم حولنا، فإنه  
يشتهر بأنه عميق الغموض أو الإلغاز. الإلغاز جزء من مفهوم الزمن الذي تنشأ معه.  
وقد قال القديس أوغسطين(\*\*) St. Augustine في إحدى المرات:

"إذن ما هو الزمن؟ إذا لم يسألني أحد، فأنا أعرف، وإذا أردت شرحه لهذا الذي  
سيسألني فأنا لا أعرف شيئاً" (الاعترافات).

---

(\*) ويليام شكسبير William Shakespeare (١٥٦٤ - ١٦١٦) شاعر إنجليزي ومؤلف درامي مسرحي  
فضلاً عن قيامه بالتمثيل أيضاً، ويعتبره البعض (ربما الغالبية من النقاد) أعظم مؤلف مسرحي في كل  
العصور، ومسرحياته التي ألفها في أخريات القرن الـ ١٦ وبدايات القرن الـ ١٧ ما زالت تستعاد  
وتستحدث وتعرض بمختلف الرؤى وتقام عليها عديد من الأفلام السينمائية، وذلك في كل العالم تقريباً  
أكثر من أي مسرحيات أخرى. (المترجم)

(\*\*) القديس أوغسطين Augustine, Saint (٣٥٤ - ٤٣٠) تربعت فلسفته على ذروة الفلسفة المسيحية في  
العصر الكنسي حيث كان السائد هو الدفاع عن المسيحية ضد التيارات الغنوصية واللاتهام الذي وجه  
لها من قبل مفكرى اليونان بأنها ضد العقل - وتعتبر محاورة "المعلم" من أبرز ما تنجلي فيها أفكاره  
الأساسية حيث اعتبر اللغة الباطنة في النفس دليلاً على وجود الله ولكن ليس وحدها وإنما بنور داخلي  
هو الله المعلم وهي لا تنكشف هكذا إلا بالتأمل والعكوف على الذات فيما يعرف بالنظرية الإشرافية.  
والعقل لا يعمل وحده وإنما بمساعدة اللغة كما تدل قولته الشهيرة "أعقل كي تؤمن وأمن كي تعقل".  
ارتبط في بواكيره بالمانوية ثم خرج عليهم مؤثراً مذهب الشك واستقر على المسيحية عام ٣٨٦ .  
(المترجم)

قلة من الناس التي تعرف أن المسافة غامضة، ولكن الكل يعرف أن الغامض هو الزمن. وكل غوامض الزمن ترجع إلى مساهمة الحس العام الذي يعنى أن اللحظة الحالية التي نطلق عليها "الآن" ليست ثابتة ولكنها تتحرك باستمرار في اتجاه المستقبل. هذه الحركة الدائمة تسمى "تدفق" الزمن.

سوف نرى أنه لا يوجد مثل هذا الشيء المسمى "تدفق". مع أن هذه الفكرة هي حس عام محض. ونحن نأخذها على اعتبار أنها حقيقة مضمونة حتى أنها دخلت في بناء لغتنا. وفي كتابة "النحو الشامل للغة الإنجليزية. Comprehensive Grammer of the English Language" ذهب راندولف كويرك(\*) Randolph Quirk والمؤلف المشارك معه إلى تفسير مفهوم الحس العام عن الزمن بمساعدة الرسم التخطيطي الموضح بالشكل (١١ - ١) كل نقطة في الخط تمثل لحظة ثابتة. المثلث يشير إلى النقطة المستمرة في الحركة، اللحظة الحالية تأخذ موضعها على الخط، ومن المفترض أن حركتها تتجه من اليسار إلى اليمين. بعض الناس مثل شكسبير في المقطوعة الشعرية التي اقتبسناها في الصدر من هذا الفصل يظنون أن أحداثاً معينة يمكن أن تكون ثابتة وأن الخط نفسه يتحرك للخلف (من اليمين إلى اليسار في الشكل. "١١ - ١" حتى أن اللحظات المستقبلية تكتسح أو تكنس اللحظات الحالية لتصبح لحظات الماضي.

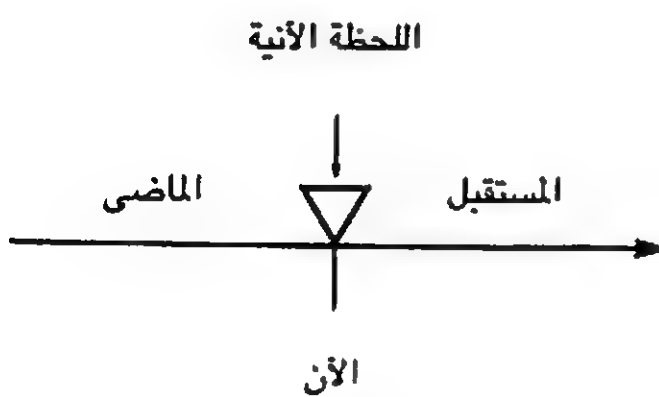
ما الذي نعنيه بقولنا إن الزمن يمكن التفكير فيه كما لو كان خطأ؟ إننا نعني أن الخط يمكن اعتباره كمتابعة من النقاط في مواضع مختلفة، ومن ثم فأى موضوع

---

(\*) راندولف كويرك Randolph Quirk (مولود عام ١٩٢٠) لغوى إنجليزي أسس مع زملاء له في بواكير ستينات القرن الماضي مشروعاً أصبح يعرف الآن بـ "مسح للاستعمالات اللغوية الإنجليزية Survey of English Usage" وهو تصنيف للغة يتضمن حوالى مليون كلمة تستخدم في الحياة اليومية مؤسساً بذلك نحواً جديداً للغة الإنجليزية ويعد مرجعاً لها على مستوى العالم، كما كان رئيساً للأكاديمية البريطانية في الفترة من ١٩٨٥ إلى ١٩٨٩. (المترجم)

يتحرك أو يتغير يمكن التفكير فيه على أنه متتابعة من اللقطات الثابتة (غير المتحركة) كل لقطة تمثل وجه من أوجه هذا الموضوع، واحداً في كل لحظة. أن نقول إن كل نقطة على الخط تمثل لحظة معينة، هو كقولنا إننا يمكننا تخيل أن كل اللقطات تتراكم مع بعضها على الخط، كما في الشكل (١١ - ٢) بعضها منها يظهر لنا دورة أو تعاقب "السهم" كما في الماضي وبعضها يظهره كما سيكون في المستقبل، وواحدة منها تلك التي يشير إليها المتحرك باستمرار فهي النقطة التي عليها السهم الآن، ولو أنه في اللحظة التالية فهذه النقطة بالذات ستصبح من الماضي لأن سوف يستمر في الحركة إلى الأمام. تلك الأوجه المرحلية لموضوع تعطي في مجموعها المجموع المتحرك تماماً كما تفعل متتابعة صور ثابتة داخل آلة عرض سينمائي حين يمثل مجموعها صورة متحركة على شاشة العرض. ليس ثمة تغير يحدث في أي من الصور المنفردة. التغير يتكون من إظهارها في تتابعية من خلال المتحرك (آلة العرض السينمائية) بحيث تبدو واحدة منها قد أخذت دورها في أن تكون اللحظة الحالية.

في أيامنا الحالية لا يحاول النحويون إعطاء حكم قيمي على كيفية استخدام اللغة، يحاولون فقط التسجيل، والتحليل.



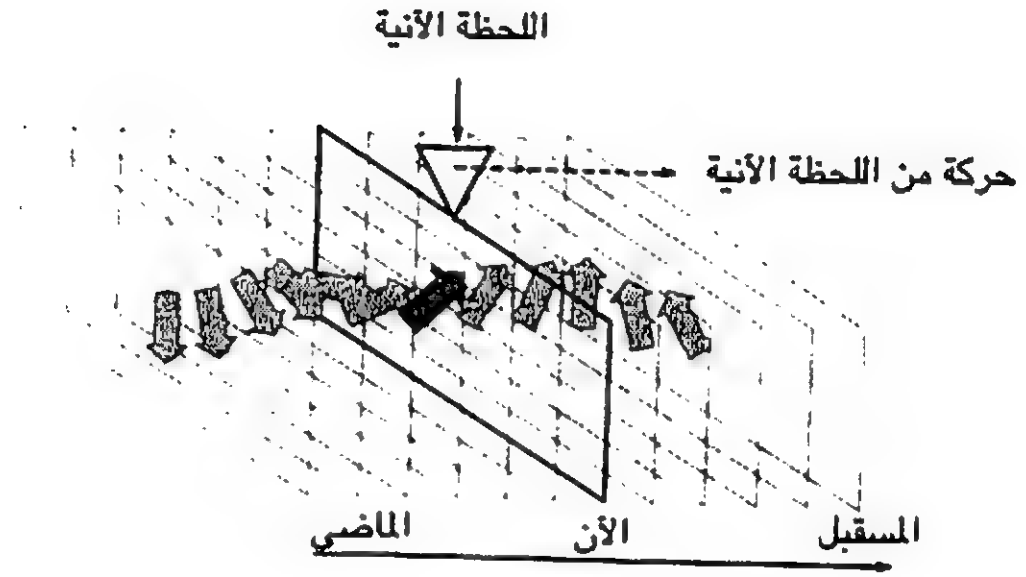
الزمن يمكن التفكير فيه كخط (نظرياً له طول لا نهائي) الذي تتموضع عليه نقطة متحركة باستمرار والتي تمثل اللحظة الحالية. وأي شيء أمام هذه النقطة هو في المستقبل، وأي شيء خلفها هو في الماضي.

(شكل ١١ - ١) مفهوم الحس العام عن الزمن والذي تفترضه نحويات اللغة الإنجليزية (وفقاً لما قرره كويرك وزميله في كتابهما "النحو الشامل للغة الإنجليزية")

مفهوم الحس العام عن الزمن تفترضه نحويات اللغة الإنجليزية (وفقا لما قرره كويرك وزميله فى كتابهما "النحو الشامل للغة الإنجليزية والفهم للغة"). ولهذا فإن كويرك وشريكه لم يوليا اهتماما لإلقاء اللوم على قيمة نظرية الزمن التى يصفانها. لم يدعيا أنها نظرية جيدة. ادعيا فقط، واعتقد بصحة ذلك تماما، إنها "نظريتنا". وللأسف فهى ليست نظرية جيدة. ولكى أضع المسألة على نحو جاف أو فظ: السبب فى أنه أصبح من الموروث فى الحس العام أن الزمن غامض هو أنه من قبيل الهراء الموروث. وسوف نرى أنها لا تعنى شيئا حتى بنفس مصطلحاتهم.

ربما يبدو هذا مدهشا. لقد اعتدنا إجراء إصلاحات على حسنا العام ليتوافق مع الاكتشافات العلمية. حيث كثيراً ما يصبح الحس العام زائفاً، وحتى لدرجة سيئة. ولكن الحس العام يصبح بلا معنى بالنسبة لخبرتنا اليومية. وهذا مثل ما يحدث فى موضوعنا هذا.

ضع فى اعتبارك الشكل (١١-٢)؛ إنه يوضح حركة موضوعين. واحد منها هو السهم المتعاقب باديا فى لقطات تتابعية. والآخر هو اللحظة الآنية فى حالة حركة فى الصورة من اليسار إلى اليمين. ولكن حركة اللحظة الآنية لا تظهر فى الصورة كمتتابع من اللقطات، وبدلاً من ذلك فإن اللحظة المعينة قد أصبحت واحدة منفردة بواسطة  $\delta$  والموضحة فى الخطوط الأعمق التى تشير إلى "الآن". وهكذا فإنه حتى إذا قيل إن "الآن" هو عنوان للحركة فى الصورة، فإن لقطة واحدة. فيه، وفى لحظة معينة هى التى تظهر.



(شكل ١١ - ٢)

شيء متحرك كلقطات متتابة، التي تصبح اللحظة الحالية واحدة بعد واحدة

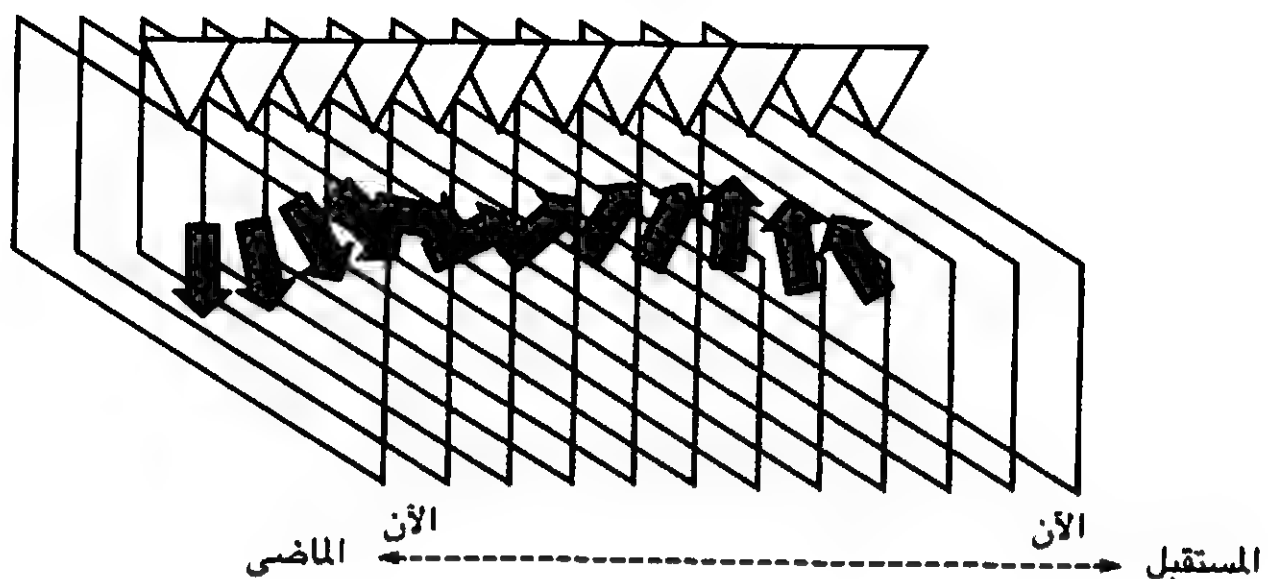
لماذا؟ بعد كل شيء فإن الأمر كله في هذه الصورة هو إظهار ما يحدث في فترة ممتدة، وليس في لحظة واحدة. وإذا كنا نرغب في أن تظهر الصورة لحظة واحدة، فلسنا بحاجة للاهتمام بإظهار أكثر من لقطة واحدة للسهم الزمني في دورته أو تعاقبه أيضاً. من المفترض في الصورة أن توضح نظرية الحس العام فإن أى موضوع متحرك أو متغير هو تتابع من اللقطات واحدة لكل لحظة ولذا فإنه إذا كان  $\nabla$  متحركاً فلماذا لا يظهر تتابع من اللقطات له أيضاً؟ اللقطة المنفردة الظاهرة لا بد أن تكون واحدة من اللقطات العديدة الموجودة إذا كان ذلك وصفاً حقيقياً لكيف يعمل الزمن. والحقيقة أن الصورة كما هي عليه تصبح خادعة؛ لأنها تظهر  $\nabla$  وهو لا يتحرك، بل ولا يكون له وجود إلا في هذه اللحظة المعينة والتي فوراً نراه وهو في حالة ثبات. وإذا كان الأمر كذلك فإنه يجعل من "الآن" لحظة ثابتة. ولن يكون ثمة فرق لو وضعت بطاقة "حركة" على اللحظة الحالية، وسهماً ممتزجاً بها للإشارة إلى  $\nabla$  يتحرك من الشمال اليمين. الذي تظهره الصورة وما يظهره الرسم التخطيطي لكويرك وشريكه (الشكل ١١ - ١) أن  $\nabla$  لا يصل لأي لحظة سوى تلك التي هو عندها بالصورة.

وفى أحسن الأحوال يمكننا القول بأن الشكل (١١ - ٢) هو صورة "هجين" توضح - على نحو مضلل - الحركة بطريقتين مختلفتين، فهي بالنظر للسهم المتحرك توضح نظرية الحس العام للزمن، ولكنها تقرر فقط أن اللحظة الحالية تتحرك، بينما تصورها على أنها لا تتحرك. كيف نحول الصورة لكي تظهر نظرية الحس العام للزمن بالنظر لحركة اللحظة الحالية في الوقت الذي يتحرك فيه السهم؟ بتضمينها مزيداً من اللقطات لـ ٢، واحدة لكل لحظة، بحيث تشير إلى أين "الآن" في تلك اللحظة. وأين يقع هذا؟ من الواضح، أنه في كل لحظة "الآن" هو تلك اللحظة. على سبيل المثال: عند منتصف الليل فإن ٢ يشير إلى اللقطة التي التقطت للسهم في منتصف الليل ولهذا فإن الصورة يجب أن تكون على نحو ما هو في الشكل (١١ - ٣).

هذه الصورة المعدلة توضح لنا الحركة بطريقة مُرضية، ولكنها تتركنا مع مفهوم عارٍ للزمن. إن فكرة الحس العام بأن الشيء المتحرك هو تتابع مستمر لأوجه هذا الشيء، هذه الفكرة تظل باقية، ولكن ذهب الفكرة الأخرى لدى الحس العام والخاصة بتدفق الزمن. في هذه الصورة ليس ثمة نقطة متحركة باستمرار، اللحظة الحالية تكتسح أو تكنس اللحظات الثابتة واحدة بعد الأخرى. ليس ثمة عملية من خلالها تبدأ اللحظة الثابتة في المستقبل ثم تصبح الحاضر بعد أن تتقهقر إلى الماضي أو مجموعة اللحظات المرموز لها بالرمز ٢ في "الآن" لم تعد أى منها تميز لحظة ما عن الأخريات، وبالتالي فقد أصبحت زائدة أو غير ضرورية. وستوضح الصورة حركة السهم في دورته المتعاقبة كما لو أننا رفعناهم عنها.

وهكذا لا توجد لحظة أنية منفردة، إلا بشكل شخصى. من وجهه نظر مُلاحظ فى لحظة معينة، وهذه اللحظة بالطبع تكون منفردة وربما على نحو منفرد أيضاً - تسمى "الآن" بمعرفة الملاحظ مثلما يمكن تسمية أى موضع فى الفضاء بمعرفة الملاحظ "هنا"، ليس لأية لحظة أفضلية عن غيرها فى كونها "الآن" ولا لأى موضع عن غيره فى كونه "هنا". هذه "الهنا" الذاتية ربما تتحرك فى الفضاء حين يتحرك الملاحظ. هل تتحرك

"الآن" الذاتية هذه أيضا خلال الزمن؟ هل الشكلان (١ - ١) و (٢ - ١) يصلحان، بعد كل شيء، لإيضاح الزمن من وجهة نظر الملاحظ في لحظة معينة؟ بالتأكيد لا يفعّلان. حتى "الآن" الذاتية لا تتحرك خلال الزمن. يقال عادة إن الحاضر يبدو أنه يتحرك في الزمن لأن الحاضر يتم تعريفه بالرجوع إلى وعينا، ووعينا يُكتسح للأمام عبر اللحظات. ولكن وعينا لا يفعل ولا يجب أن يفعل. عندما نقول إن "ديكا" يبدو أنه يعبر من لحظة إلى اللحظة التالية فإننا مجرد نعيد صياغة نظرية الحس العام عن تدفق الزمن. ولكنها - الجملة - لا تضيف أى معنى للتفكير فى أى لحظة تلك التى نعيها كمتحركة من لحظة إلى التى تليها، عن التفكير فى أن لحظة حالية، أو أى شيء آخر، يفعل ذلك. لا شيء يستطيع التحرك من لحظة إلى أخرى. لكى توجد على الإطلاق فى لحظة معينة معناه أن توجد فيها إلى الأبد. إن وعينا يوجد فى كل لحظتنا (المتحركة).



(شكل ١١ - ٣) فى كل لحظة "الآن" هو هذه اللحظة

يجب أن نعترف أن كل لقطة يصورها الملاحظ فى لحظات مختلفة يمكن اعتبارها على أنها "الآن" ولكن هذا لا يعنى أن وعى الملاحظ - أو أى كينونات أخرى متحركة أو

متغيرة - تتحرك من خلال الزمن كما يفترض أن تتحرك اللحظة الحالية. اللقطات المتنوعة بالنسبة للملاحظ لا تتحول إلى لحظات حالية وأن يعيها على هذا النحو. إنها كلها في الوعي، وذاتيا جميعها حالية. موضوعيا لا يوجد "حاضر".

إننا لا يمكننا اختبار الزمن وهو يتدفق أو يمر. كل ما نختبره هو الفروق بين المدركات الحسية ولحظاتها الحالية عن مدركاتنا الحسية السابقة (في الماضي). إننا نفسر هنا الفروق بشكل صحيح، كدليل على أن الكون يتغير مع الزمن. ونحن أيضاً نفسرها بشكل غير صحيح كدليل على أن وعينا أو الحاضر، أو أى شيء، يتحرك عبر الزمن.

إذا أصابت هذا الحاضر المتحرك نزوة التوقف عن الحركة ليوم أو اثنين ثم بدأ الحركة مرة أخرى بعشرة أضعاف سرعته السابقة. ما الذى سنعيه من ذلك؟ لا شيء على وجه الخصوص أو أن السؤال نفسه بغير ذات معنى. ليس هناك شيء يستطيع التحرك أو التوقف أو التدفق، كما أن لا شيء يمكن أن تعنيه "سرعة" الزمن - كل ما "يوجد" في الزمن - من المفترض أن يأخذ شكل لقطات غير متغيرة مصفوفة على خط الزمن. وهذا يتضمن خبرة الوعي لدى كل الملاحظين والمتضمنة أيضاً حدسهم الخاطيء بأن الزمن "يتدفق" ربما يتخيلون "حاضراً متحركاً" مرتحلاً على الخط، متوقفاً وبادناً، أو حتى ذاهباً إلى الوراء أو حائزاً للوجود في كل هذه الأحوال معاً. ولكن التخيل لا يجعل الأمر يحدث على هذا النحو. أن الزمن لا يستطيع التدفق.

فكرة تدفق الزمن تعيد فعلاً افتراض وجود نوعاً آخر من الزمن، خارج فكرة العامة عن الزمن المكون من لحظات متتابعة. إذا كان "الآن" يتحرك فعلاً في لحظة من اللحظات إلى أخرى، فسيكون ذلك بالقياس إلى هذا الزمن الخارجى. ولكن عندما نأخذ ذلك بجدية سيقودنا إلى متوالية لا نهائية. ذلك أن علينا حينئذ أن نتخيل الزمن الخارجى ذاته كمتابع للحظات منها لحظاتها الحاضرة التى تتحرك بدورها بالنسبة إلى زمن أكثر خارجية، وهلم جرا. وفى كل مرحلة فإن تدفق الزمن لا يعنى شيئاً إلا إذا



أشركنا معه زمن خارجى بالنسبة لهذه المرحلة، هكذا إلى ما لا نهاية، وفى كل مرحلة لن يكون لدينا مفهوماً له معنى، وكل المراحل المتوالية لن تكون ذات معنى أيضاً.

وأصل هذا النوع من الخطأ يرجع إلى اعتيادنا على أن يكون الزمن هو الإطار الخارجى لأية كينونة فيزيائية لقد اعتدنا تخيل أن أى موضوع فيزيائى على أنه ممكن التغير، متخذاً أوجه متنوعة لذاته فى لحظات مختلفة. ولكن تتابع اللحظات ذاته فى صور مثل الشكلىين (١١-١) و (١١-٢) هو كينونة استثنائية. إنه لا يوجد إلا فى منظور عام للزمن. إنه هو المنظور العام للزمن. وطالما لا يوجد زمن خارجى عنه، فإن تخيل أنه يتغير أو يوجد فى أكثر من وجه واحد متعاقب ومترابط منطقياً، هو من قبيل التفكير المشوش وغير المتماثل. وهذا يجعل من الصعب الإمساك بالصورة. الصورة ذاتها، شأنها شأن أى موضوع فيزيائى آخر، تكون موجودة عبر فترة من الزمن وتكون مكونة من عديد من أوجه وجودها ذاته. ولكن ما الذى تصوره أو تصفه لنا الصورة - والذى يعنى تتابع أوجه شىء ما - سوى أن يوجد فقط فى وجه واحد منها. ليس لأى صورة صحيحة أو دقيقة للمنظور العام للزمن يمكنها أن تكون صورة متحركة أو للتغير. ولكننا هنا نواجه صعوبة نفسية موروثة عندما نضع هذا على السطح من الأمر. على الرغم من أن الصورة تعبر عن الثبات، وهى لا بد أن تكون كذلك (static) فلا يمكن أن نفهمها إلا على أنها كذلك. إنها تظهر لنا تتابع من اللحظات المتزامنة على صفحتها، ولكى نصنع صلة بينها وبين خبرتنا لا بد أن يتحرك تركيز انتباهنا إلى هذا التتابع. على سبيل المثال ربما ننظر إلى لقطة واحدة على أنها تمثل "الآن" وفى لحظة تالية ننظر إلى لقطة إلى يمينها على أنها تمثل "الآن" الجديد. وحينئذ نميل إلى إرباك الحركة الحقيقية لحركة تركيز انتباهنا عبر مجرد الصورة، بواسطة الفكرة المستحيلة أن شيئاً يتخلل اللحظات الفعلية. إن هذا يحدث بسهولة.

ولكن هناك ما هو أكثر من هذه المعضلة. وهو صعوبة تبليان أو توضيح نظرية الحس العام عن الزمن. النظرية نفسها تشتمل على التباس حقيقى وجوهري ومستقل

وعميق. إنها لا تستطيع أن تستقر على رأى فيما إذا كان الحاضر هو موضوعيا لحظة واحدة أو كثير من اللحظات، على سبيل المثال الشكل (١١-١) يكشف عن لحظة واحدة أم عديد منها. الحس العام يريد للحاضر أن يكون لحظة منفردة لكى تسمح بتدفق الزمن، أى تسمح للحاضر أن ينصرف من لحظات الماضى إلى المستقبل. ولكن أيضاً يرغب الحس العام للزمن أن يكون تتابعا للحظات، مع كل الحركة والتغير اللذين يشملان الاختلافات بين أوجه أية كينونة فى اللحظات المختلفة. وهذا يعنى أن اللحظات نفسها غير متغيرة وعلى هذا فأى لحظة معينة لا يمكنها أن تصبح "الحاضر" أو يمكن الإمساك بها على أنها كذلك، لأن هذا سيكون من قبيل التغير. وعلى هذا النحو فالحاضر لا يمكنه أن يكون موضوعيا لحظة واحدة.

السبب فى أننا نتمسك بهذين المفهومين المتعذر حملهما معاً - الحاضر المتحرك وتتابع اللحظات غير المتغيرة - هو أننا نحتاج إلى كل منهما - أو نظن أننا كذلك. إننا نعبر عنهما باستمرار فى حياتنا اليومية. عندما نصف أحداثا وقعت، إذ حين نتكلم عن متى حدثت فنحن نفكر فى مصطلحات تتابع لحظات غير متغيرة، وحين نشرح الأحداث من حيث أسبابها وتأثيرات كل منها فنحن نفكر فى مصطلحات الحاضر المتحرك.

على سبيل المثال عند التحدث عن أن فاراداي Faraday قد اكتشف مسألة الكهرومغناطيسية عام ١٨٣١ فإننا ننسب هذه الواقعة لمستوى معين من اللحظات أى أننا نوجه تخصيصنا لأية مجموعة من اللقطات من بين حزمة لقطات تاريخ العالم، والتي نعثر فيها على هذا الاكتشاف. ليس ثمة تدفق للزمن له صلة بالأمر عندما نقول متى حدث شىء ما بأكثر مما لو قلنا إن ثمة تدفق للمسافة له صلة بقولنا أين وقع هذا الشىء. ولكن حالما نقول لماذا حدث هذا الشىء، نحن نستشهد بتدفق الزمن. إذا قلنا إننا ندين جزئياً بموتوراتنا الكهربائية والمولدات الكهربائية لفاراداي، وأننا نشعر بصدى اكتشافه حتى يومنا هذا، فإن صورة نجدها فى عقولنا لهذا الصدى بدأت عام ١٨٣١

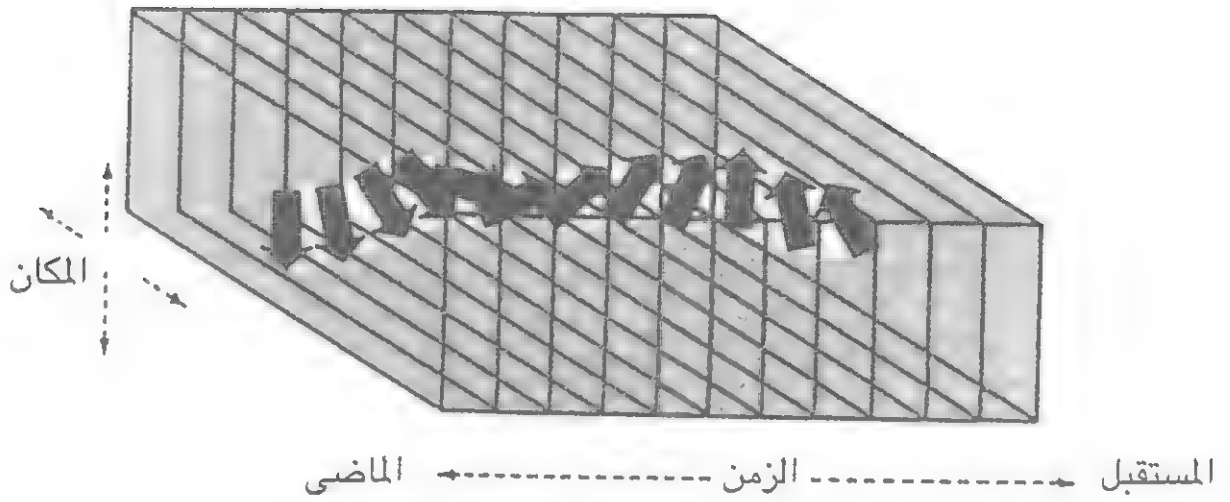
فى اكتساح متتابع لكل لحظات ما بقى من القرن التاسع عشر وكل لحظات القرن العشرين حتى وصلت إلى أن تكون سبباً فى أشياء مثل محطات القوى لكى تتواجد. إذا لم نكن حذرين كفاية، سنظن أن القرن العشرين فى البداية لم يكن قد تأثر بعد بالحادث الخطير لعام ١٨٣١، وأنه بعدئذ تغير برجع الصدى وهو يكنس الماضى فى طريقه للقرن الـ ٢١ وما بعده. ولكن نحن فى العادة نكون حذرين بحيث نتجنب هذه الفكرة غير المترابطة عن طريق عدم استخدام - على الدوام - نظرية الحس العام عن التزامن. فقط عندما نفكر فى الزمن نفسه هل نفعل ذلك، ومن ثم نتعجب من اللغز فيه كله ! ربما تكون كلمة "تناقض" أكثر مواءمة من "اللغز"، لأننا سنجد هنا صراعاً شديداً الوضوح بين فكرتين واضحتى الدليل الذاتى. لا يمكن أن يكون كليهما صحيحاً. وسنرى أن أيهما ليس صحيحاً.

نظرياتنا الفيزيائية، على غير الحس العام، والتماسك تحقق ذلك بإسقاط فكرة تدفق الزمن. وأعترف أن العلماء يستخدمون تعبير تدفق الزمن كما يفعل أى شخص آخر. على سبيل المثال: فى كتابه "المبادئ" الذى وضع فيه مبادئ الميكانيكا النيوتونية والجاذبية، كتب نيوتن Newton يقول: "الزمن الرياضى المطلق والحقيقى يتدفق بذاته ومن ثانياً طبيعته بانتظام وبدون أى علاقة بأى شىء خارجى" ولكن نيوتن وبحكمة لم يُجرِ أية محاولة لترجمة تأكيد ذلك بأن الزمن يتدفق بشكله الرياضى أو يستخرج أى نتيجة من ذلك. ولا واحدة من نظريات نيوتن فى الفيزياء أشارت إلى تدفق الزمن، ولا إشارات أى من النظريات التالية توأمت مع تدفق الزمن.

إذن لماذا فكر نيوتن فى أنه من الضرورى بأن الزمن يتدفق "بانتظام"؟ ليس ثمة خطأ فى الانتظام". المرء يستطيع أن يستشف أن هذا يعنى أن قياس الوقت سيكون هو نفسه بالنسبة للملاحظ فى مواقع مختلفة وحالات مختلفة من الحركة. هذا تأكيد حقيقى وجوهري (طالما أننا نعرف من أينشتاين Einstein أن هذا لم يكن دقيقاً). ولكن كان من السهل وضع الأمر كما وضعته أنا توأ، دون القول بأن الزمن يتدفق. أعتقد أن

نيوتن قد استخدم عمدا اللغة المألوفة في زمنه دون الرغبة في أن يعنيها حرفياً، كما ربما تحدث بهذا بشكل غير رسمي عن شروق الشمس. كان محتاجاً لأن يمرر للقارئ أن يباشر دخوله في عمله الثوري على أن لا شيء جديد أو مميز في المفهوم النيوتوني عن الزمن.: كتاب "المبادئ" نسب لعدد من الكلمات مثل "القوة" و "الكتلة" معان تكنولوجية معينة والتي تختلف على نحو ما عن معناها في الحس العام. ولكن عدد مرات الإشارة للزمن كان ببساطة زمن الحس العالم والذي نجده في "المنبهات أو الساعات" و"قوائم التاريخ السنوي أو الساعات" (النتائج أو الروزنامات). إذن فمفهوم الزمن في "المبادئ" هو مفهوم الحس العام عن الزمن.

فقط هو لا يتدفق. الزمن والحركة في فيزياء نيوتن يبدو أن كثيراً كما في الشكل (١١ - ٣) الفرق الوحيد الصغير يتمثل في أنني رسمت اللحظات المتعاقبة وكأن كل منها منفصل عن الأخرى، ولكن في كل الفيزياء قبل الكمية هذا تقريب لأن الزمن متصل (سلسلة متصلة). لا بد أن نتخيل عدداً كبيراً بشكل لا نهائي من اللقطات الرفيعة تندس باستمرار بين تلك التي رسمتها. إذا كانت كل منها تمثل كل شيء في المكان الذي يتواجد فيزيائياً في لحظة معينة، إذن يمكننا النظر في هذه اللقطات ملتصقة مع بعضها من وجه كل منها مُشَكَّلة لحظة منفردة، بشكل غير متغير في تشكيل يضم كل ما يحدث في الزمان والمكان (شكل ١١ - ٤) بما يعني كل ما تعنيه الفيزياء الفعلية أو الحقيقية. والنقص الحتمي في مثل هذا النوع من الرسوم التخطيطية يتمثل في أن لقطات المكان في كل لحظة تجعله يبدو كأنه ثنائي الأبعاد بينما في الواقع هو ثلاثي الأبعاد. وهكذا نتعامل مع الزمن كأنه بعد رابع متماثل مع الأبعاد الثلاثة للمكان في الهندسة التقليدية. الزمان والمكان يعتبران معا مثل الوجود الرباعي الأبعاد، ويسميان "الزمكان".

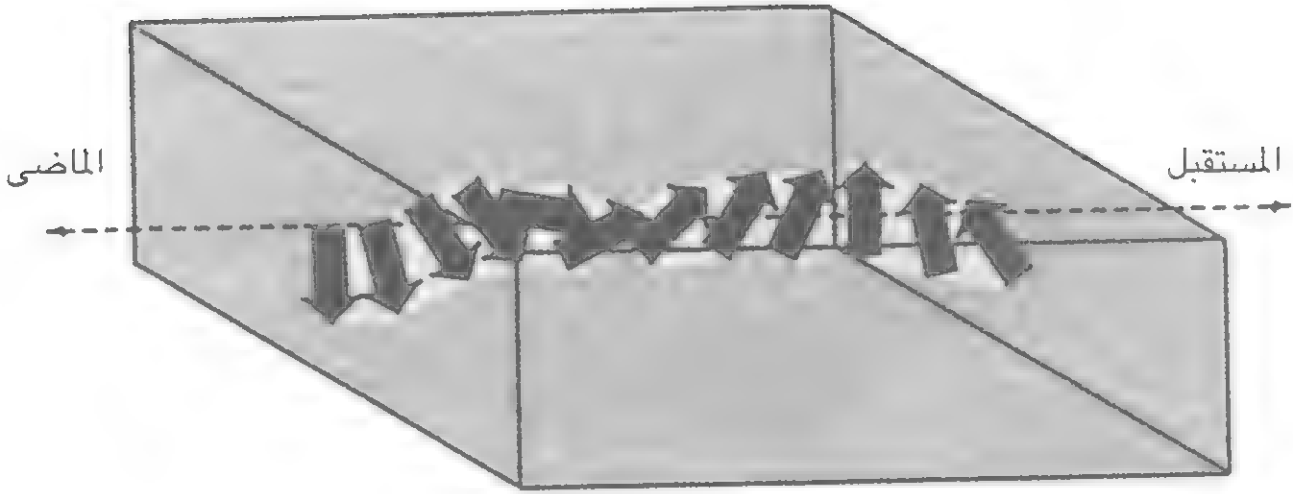


(شكل ١١ - ٤)

#### الزمكان باعتباره لحظات متعاقبة

هذا الوجود الهندسى رباعى الأبعاد لم يكن إجبارياً فى فيزياء نيوتن، ولكن مع نظرية أينشتاين النسبية أصبح جزءاً لا مفر منه للنظرية. وهذا يرجع، طبقاً للنسبية، إلى أن الملاحظين المتحركين بسرعات مختلفة لا يتفقون على أن الأحداث هى التى ستظهر فى نفس اللحظة. وهكذا كل منهم سيفهم الزمكان كما أنه قُطِعَ بطريقة مختلفة إلى "لحظات". ومع ذلك فلو أن كل منهم كَوَّم أو راكم لقطاته بطريقة الشكل (١١ - ٤) فإن الزمكان الذى ينشئه سيكون متماثلاً. ولذلك، وطبقاً للنسبية، فإن اللحظات الظاهرة فى شكل (١١ - ٤) ليست سمات موضوعية للزمكان. ملاحظ آخر يمكن أن يرسم شريحة "الآن" من زاوية مختلفة. ومن ثم فإن الحقيقة الموضوعية وراء الشكل (١١ - ٤) يعنى الزمكان ومحتوياته الفيزيائية، يمكن إظهاره كما فى الشكل (١١ - ٥).

الزمكان يشير أحياناً إلى مثل عمارة العالم "لأن فيها كل الحقيقة الفيزيائية - الماضى والحاضر والمستقبل - موضوعه هناك مرة واحدة وللأبد، مجمدة فى عمارة واحدة رباعية الأبعاد. واتصالاً بالزمكان لا شىء يتحرك أبداً. ما نسميه "لحظات" هى شرائح معينة خلال الزمكان، وعندما تختلف محتويات هذه الشرائح عن بعضها البعض، ذلك ما نسميه "التغير" أو "الحركة" خلال المكان.



(الشكل ١١ - ٥)

وجهة نظر الزمكان بالنسبة لشيء متحرك

كما قلت، نحن نفكر في تدفق الزمن بـوصلةٍ بالأسباب والتأثيرات. نحن نفكر في الأسباب على أنها سابقة على مؤثراتها، نحن نتخيل أن الحاضر المتحرك يصل للأسباب قبل وصوله لتأثيراتها، ونتخيل التأثيرات تتدفق للأمام مع اللحظة الحالية. من الناحية الفلسفية فإن أهم عمليات السبب/ الأثر هي قرارات وعينا والتصرفات المتتابة بعدها. وجهة نظر الحس العالم أن لدينا إرادة حرة؛ بما يعنى أننا أحيانا نكون في وضع التأثير على أحداث المستقبل (مثل حركة أجسادنا نفسها) بأى من الطرق المتعددة الممكنة، ونختار أيهما الذى سيحدث، بينما لسنا فى وضع التأثير على الماضى أبدا. (سوف أناقش الإرادة الحرة فى الفصل ١٣). الماضى قد ثبت، أما المستقبل فهو مفتوح. بالنسبة لكثير من الفلاسفة فإن عملية تدفق الزمن هي تلك التى يصبح فيها المستقبل المفتوح لحظة بلحظة ذلك الماضى الذى ثبت. آخرون يقولون إن الأحداث البديلة فى كل لحظة من المستقبل هي "احتمالات" أو "ممكّنات" وأن عملية تدفق الزمن هي التى تصبح فيها واحدة من تلك الممكّنات فعلية خلال اللحظات واحدة بعد الأخرى (حتى أنه، طبقا لهؤلاء الناس، المستقبل لا يوجد حتى يضربه مجرى الزمن ويحوّله إلى ماضى). لكن إذا كان المستقبل مفتوحا (وهو كذلك!)، فإنه لا يمكن أن تكون له صلة

بتدفق الزمن، لأنه لا يوجد تدفق للزمن. في فيزياء الزمكان (التي هي كل ما قبل الفيزياء الكمية، وبدءاً من نيوتن) لم يكن المستقبل مفتوحاً. إنه هناك بمحتوى نهائى وثابت، تماماً مثل الماضى والحاضر. إذا كانت لحظة معينة فى الزمكان "مفتوحة" (بأى معنى) فمن الضرورى أن تبقى مفتوحة عندما تصبح "حاضراً" و"ماضياً"، لأن اللحظات لا يمكنها التغير.

على نحو شخصى أو ذاتى يمكن القول إن المستقبل لملاحظ معين يكون مفتوحاً من وجهة نظر هذا الملاحظ لأن المرء لا يستطيع قياس أو ملاحظة مستقبله هو (المرء). لكن "الانفتاحية" بهذا المعنى الذاتى لا تسمح بالاختيارات. لو أن لديك تذكرة فى يانصيب الأسبوع الماضى ولكنك لم تعرف بعد ما إذا كنت قد ربحت فإن النتيجة ستكون مفتوحة من وجهة نظرك حتى لو تثبتت. ولكنك لن تستطيع تغييرها شخصياً أو موضوعياً. ليس ثمة أسباب تؤثر بالفعل فى فعل ذلك فى أى وقت مهما طال. نظرية الحس العام فى الإرادة الحرة تقول إن الأسبوع الماضى، عندما كان لديك خيار سواء فى شراء تذكرة أو عدمه، فإن المستقبل لم يزل مفتوحاً موضوعياً، وأنه يمكنك بالفعل الاختيار بين خيارين أو أكثر. ولكن هذا يتعذر أو يتضارب مع الزمكان. وعلى ذلك فإن انفتاحية المستقبل مع الزمكان هى وهم، ومن ثم فإن التسبب والإرادة الحرة كليهما وهم أيضاً. نحن بحاجة إليه، ونتمسك به، ونحن بحاجة إلى الاعتقاد بأن المستقبل يمكن التأثير فيه بالأحداث الحالية، وخصوصاً باختياراتنا، ولكن ربما يكون ذلك انعكاس لحقيقة أننا لا نعرف المستقبل. فنحن لا نصنع أية اختيارات حتى لو اعتقدنا أننا نفعل، وأن نتيجة اختيارنا هى هناك، فى الشريحة الصحيحة أو المناسبة من الزمكان، غير متغيرة ككل شىء آخر فى الزمكان، ممتنعة عن التأثير بما نتعمده. ويبدو أن هذه التعمدات نفسها غير متغيرة وموجودة بالفعل ومخصصة للحظات قبل أن نعرف بها.

لكى تكون "أثراً" لسبب ما يعنى أن تكون تأثرت بهذا السبب، حتى تتغير عبره. وهكذا عندما تنكر فيزياء الزمكان حقيقية تدفق الزمن، فإنها منطقياً لا يمكنها أيضاً استيعاب أو استضافة أفكار الحس العام عن السبب والتأثير. لأنه فى كتلة الكون لا شىء متغير: لا جزء من الزمكان يغير جزءاً آخر بأكثر مما يستطيع أن يغير جزء من جسم ثلاثى الأبعاد جزءاً آخر فيه.

هكذا حدث أن كل النظريات الأساسية فى عصر فيزياء الزمكان، لها خاصية إعطاء كل شىء وقع فى الماضى لحظة معينة، قوانين الفيزياء هى التى تحدد ما الذى وقع فى اللحظات المتتالية. خاصة أن اللقطات تتحدد عبر لقطات أخرى تسمى "الجبرية" (\*) أو "الحتمية" فى الفيزياء النيوتينية، على سبيل المثال، لو فى أى لحظة عرف المرء موضع وسرعة كل الكتل فى نظام مغلق، مثل النظام الشمسى، يمكن للمرء أن يحسب (يتنبأ) أين كانت كل هذه الكتل فى كل الأوقات السابقة.

قوانين الفيزياء هى التى تميز لقطة عن غيرها و تمثل "الفراء" الذى يجمع كل اللقطات مع بعضها البعض كزمكان. دعنا نتخيل أنفسنا، على نحو سحرى ومستحيل، خارج الزمكان (أى فى زمن خارجى عن زمننا، ومستقلاً عن ذاك الزمكان) دعنا نقوم بتقطيع الزمكان إلى شرائح من المكان فى كل لحظة كما فهمها ملاحظ معين فى الزمكان، ثم قمنا بخلط هذه اللقطات من غير ترتيب ثم إلصاقهم ببعض مرة أخرى على نحو جديد. هل يمكننا من الخارج القول أن هذا ليس هو الزمكان الحقيقى؟ تقريباً بالتأكيد أو بالكاد. لسبب واحد: فى العمليات الفيزيائية لهذا الزمن غير المرتب سوف لا يوجد شىء واحد مستمر. الأشياء ستوجد لحظياً فى نقطة ما ثم تعاود الظهور فى نقطة أخرى. وسبب ثان وأكثر أهمية: إن قوانين الفيزياء لم تعد قائمة. على الأقل

---

(\*) الحتمية أو الجبرية هى النظرية القائلة بأن سلوك المرء وأفعاله ترجع للقضاء والقدر ولا يد له فيها (المترجم)



القوانين الحقيقية للفيزياء لم تعد قائمة، سوف توجد مجموعة مختلفة من القوانين التي ستأخذ "عدم الترتيب" في اعتبارها، وكذلك معان جديدة للوضوح وعدمه، ثم تُصَف عدم الترتيب في الزمكان بشكل صحيح.

وهكذا سيكون الفرق - بالنسبة لنا - بين الزمكان غير المرتب والزمكان الحقيقي فادحا. ولكن ماذا عن السكان؟ هل يمكنهم أن يخبرونا بشيء عن الفرق؟ نحن نقترِب هنا على نحو خطر من "اللامعنى" - اللامعنى المعتاد لنظرية الحس العام عن الزمن. ولكن تُحمَل معنى وسوف نكون بمنجى من هذا اللامعنى. بالطبع لن يكون ممكنا للسكان أن يخبرونا عن الفرق. لو استطاعوا لفعلوا. سوف يعلقون مثلا على عدم الاستمرارية في عالمهم، ويطلبون أبحاثا علمية عنه. هذا إن استطاعوا البقاء أصلا في الزمكان غير المرتب (الملخبط). ولكن من وجهة نظر موقعنا السحرى وما له من أفضلية نستطيع أن نرى أنهم تمكنوا من البقاء وأيضا بحوثهم العلمية. نستطيع أن نقرأ تلك البحوث ورؤية أنها لا تزال تحتوى فقط على ملاحظات عن الزمكان الأصلي. كل تسجيلات العمليات الفيزيائية للزمكان متضمنة زكريات وكل ما هو مفهوم لوعى الملاحظ، ستكون متطابقة مع تلك التى للزمكان الأصلي. نحن فقط قمنا بعدم ترتيب اللقطات على غير وضعها الصحيح، ولم نغيرها فى الداخل حتى أن السكان سيظلون مدركين لها بشكلها الأصلي.

وهذا يحدث بمصطلحات الفيزياء الحقيقية، الفيزياء كما يفهمها سكان الزمكان ستكون أن كل هذا التقطيع وإعادة الإصاق للزمكان هو من قبيل "اللامعنى". ليس فقط الزمكان غير المرتب، بل حتى جميع اللقطات غير الملصقة، جميعها تتطابق فيزيائيا مع الزمكان الأصلي. نحن نصور كل اللقطات الملصقة ببعضها البعض على النحو الصحيح لأن هذا يمثل العلاقة بينها والتي تحدت بمعرفة قوانين الفيزياء. وصورة لهم تلصق بينهم فى شكل مختلف سوف تمثل نفس الأحداث الفيزيائية، ونفس التاريخ، ولكن على نحو ما لن تمثل العلاقات بين هذه الأحداث. وهكذا فإن اللقطات لها نظام

جوهرى نابع من طبيعتها، ويتم تعريفه عبر محتوياتها وعبر القوانين الحقيقية للفيزياء وأية واحدة من اللقطات مع قوانين الطبيعة، لا تحدد فقط كيف ستكون كل الأخريات وإنما تحدد أيضا نظامها وتحدد أين مكانها فى التتابع. وبكلمات أخرى فإن كل لقطة لديها "ختم زمنى" مشفر فى محتويات الفيزياء.

هكذا يجب أن يكون الأمر بالنسبة لمفهوم الزمن، أن يحرر من خطأ الإعلان عن منظور عام يبالغ فى الإحاطة بالزمن وخارجى عن الحقيقة الفيزيائية. "ختم الزمن" على كل لقطة هو ما يُقرأ على أى منبه موجود فى هذا الكون. فى بعض اللقطات - تلك التى تشتمل على التمددين البشرى أو الحضارات البشرية على سبيل المثال - هناك منبهات فعلية. فى بعضها الآخر هناك متغيرات فيزيائية - مثل التكوين الكيميائى للشمس أو فى كل مادة الفضاء - والتى يمكن اعتبارها كمنبهات لأن لها قيماً نهائية ومتميزة فى كل لقطاتها المختلفة، على الأقل فوق منطقة معينة من الزمكان. يمكننا أن نوحّد القياس فيها أو نحدد عيارها ونفحصها بدقة لكى تتوافق مع بعضها الآخر حين تتداخل مع بعضها أو تتراكب فوق بعضها البعض.

يمكننا إعادة إنشاء الزمكان باستخدام النظام الجوهرى الذى تحدد بواسطة قوانين الفيزياء. إننا نبدأ بواحدة من اللقطات أيا كانت. وبعدها نحسب أيها التى تسبقها وأيها التى ستتلوها وكيف سيبدوان، ونضعها مع المجموعات الباقيات ثم نلصقها فى أى من جوانب اللقطات الأصلية. ويتكرر العملية سوف ينبنى كل الزمكان. هذه الحسابات معقدة لإجرائها فى الحياة الفعلية ولكنها صحيحة وفعلية ومنطقية فى تجربة ظنية تخيلنا خلالها أنفسنا وقد أقصينا عن العالم الفيزيائى الحقيقى. (وأيضاً) وعلى نحو صريح، فيما قبل الفيزياء الكمية ستكون هناك لقطات مستمرة بشكل لا نهائى حتى أن العملية التى وصفناها على التو سيحل محلها عدد نهائى من العمليات، ولكن المبدأ سيظل واحداً أو هو نفسه.

قابلية أى حدث للتنبؤ بدلالة حدث آخر لا تعنى أن هذين الحدثين هما سبب ونتيجة. على سبيل المثال فإن نظرية الديناميكا الكهربائية تقول بأن كل الإلكترونات تحمل نفس الشحنة. وعليه فإننا باستخدام هذه النظرية نستطيع - وكثيراً ما نفعل - التنبؤ بنتيجة قياس يخص إلكترون ما من خلال قياس إلكترون آخر. ولكن أياً من النتيجةين لا يكون بسبب النتيجة الأخرى. وفى الواقع، وفى حدود أبعد ما نعرفه، فإن شحنة أى إلكترون لم يكن السبب فيها أية عملية فيزيائية. ربما تسببت فيها قوانين الفيزياء ذاتها (ولو أن قوانين الفيزياء هى نفسها وكما اعتدنا أن نعرفها على ما هى عليه لا تتنبأ بشحنة الإلكترون، هى مجرد تقول أن كل إلكترون شحنته تتساوى مع شحنة أى إلكترون آخر). ولكن على أية حال، هنا مثال على الأحداث (نتائج ما نجره من قياسات على الإلكترونات) التى يمكن التنبؤ بها من خلال غيرها، ولكن لا نجعل أى منها سبباً للآخر، ليست هناك أية مساهمة سببية بينها.

فهاك مثال آخر، إذا لاحظنا مكان قطعة واحدة فى لعبة "البازل" Puzzle (\*) وهى مرتبة بشكل معقد ومحير تماماً، ونحن نعرف شكل كل القطع الأخرى وأنها متشابكة أو معشقة بشكل جيد يمكننا بذلك أن نتنبأ بمكان القطع الأخرى أين ستكون. ولكن هذا لا يعنى أن القطع الأخرى قد تسببت فى وجود القطعة الأولى حيث هى والتى لاحظنا فى البدء أين هى. أياً كان للتسبب علاقة بالأمر فهو سيعتمد على كيف جاءت الأحجية ككل إلى هنا. إذا كانت القطعة التى لاحظناها فى البداية قد وضعت منذ البدء وحدها فلا شك أنها ستكون بالطبع من بين أسباب وجود باقى القطع فى مكانها. وإذا كانت أى قطعة أخرى قد وضعت فى مكانها فى البدء فإن القطعة التى لاحظناها فى البدء ستكون أثراً لتلك التى وضعت قبلها وليس سبباً لها. ولكن لو أن اللعبة قد بنيت

---

(\*) لعبة عبارة عن لوحة مرسومة أو منظر طبيعي ولكنها مُقطَّعة بواسطة منشار انحرافى (أركيت) إلى قطع خشبية صغيرة ذات أشكال متعددة وذات زوائد تصلح للتعشيق وعلى اللاعب بعد بعثرتها أن يستخدم ذكاه فى إعادة تعشيقها على نحو سليم لتشكيل الصورة أو الرسم الأصلى. (المترجم)

من خلال ضربة واحدة لمنشار منحنيات (أركيت) ولم يتم تجميعها أبدا فإن أى من أمكنه القطع لن يكون سببا للقطع الأخرى أو أثر من تأثيراتها. كما لم يتم تجميعها بأى نظام ولكن أنشئت على نحو متزامن، وفى أوضاع حيث انصاع الأمر فيها لقواعد اللعبة التى جعلت من هذه الأمكنة يمكن التنبؤ بها على نحو تبادلى. ومع ذلك فأى منها لم يكن سببا للآخر.

حتمية القوانين الفيزيائية للأحداث التى تقع فى الزمكان تشبه القابلية للتنبؤ فى الأحجية (اللعبة) ذات القطع المعشقة جيدا أو بشكل صحيح. قوانين الفيزياء تحدد ما يحدث فى لحظة ما عما يحدث فى غيرها من اللحظات، تماما مثلما تحدد قواعد اللعبة مكان بعض القطع عن مكان بعضها الآخر. ولكن تماما مثل مع اللعبة فأيا كانت الأحداث فى لحظة مختلفة سببا فى غيرها أم لا، تعتمد على كيف وصلت اللحظة إليها. إننا لا نستطيع القول بالنظر إلى اللعبة الأحجية إذا كانت اللحظة قد وصلت إليها عند وضع كل قطعة منها فى كل مرة. ولكن مع الزمكان نحن نعرف أنه لا معنى للحظة واحدة ما إذا كانت قد وضعت بعد الأخرى، لأن هذا من شأنه أن يكون تدفقا للزمن. ولهذا نحن نعرف حتى لو كانت بعض الأحداث يمكن التنبؤ بها من أحداث أخرى فإن أحداثا فى الزمكان ليست سببا لأحداث أخرى. دعنى أؤكد مرة أخرى بأن كل ذلك كان طبقا للفيزياء قبل الكمية، والتى فيها تقع كل الأحداث فى الزمكان وكل ما نراه فى هذا الزمكان يتنافر مع السبب والأثر. وليس أن الناس يخطئون بالقول إن ثمة أحداثا فيزيائية معينة هى أسباب وآثار لغيرها، إنه فقط يكمن فى أن حدسهم لا يتوافق ولا يمكن تحميله بقوانين فيزياء الزمكان. ولكن لا شى مع هذا لأن فيزياء الزمكان هى ذاتها مراوغة وغير صادقة.

لقد قلت فى الفصل الثامن أن هناك شرطين لازمين لأى كينونة لتكون سببا فى إعادة نسخ ذاتها. أولها أن هذه الكينونة فى ذاتها هى فى الواقع "معيدة نسخ"، وثانيهما أن معظم المتغيرات فيها، فى نفس الحالة، لن يعاد نسخها. هذا التعريف

يتضمن فكرة أن السبب هو شيء من شأنه أن يحدث فرقا في آثاره، وأنه يعمل من أجل السببية بصفة عامة. لأنه لكي تكون X سببا في Y فيجب توافر شرطين، أولهما أن X و Y يجب أن يقعا؛ والثاني، أن Y لم تكن لتقع إذا لم تقع X أيضاً. على سبيل المثال: ضوء الشمس كان سببا للحياة على الأرض، لأن كلا من ضوء الشمس والحياة حدثتا على الأرض، وبسبب أن الحياة ليس لها أن تستلزم وتؤثر في غياب ضوء الشمس.

وهكذا فإن العقلانية بشأن السبب والأثر يتعذر اجتنابها أيضا مع متغيرات الأسباب والآثار. المرء يقول دائما ما الذي يمكن أن يحدث لو، في حالة تساوى الأشياء الأخرى، لو أن كذا وكذا فإن حادثة ما يمكن أن تقع على نحو مختلف. يستطيع مؤرخ ما أن يصدر حكما مثل "لو أن فاراداي قد وافته المنية عام ١٨٣٠ لتأخرت التكنولوجيا أو التقنية لمدة عشرين عاماً". يبدو معنى هذا الحكم صادقا وواضحا، وطالما أن فاراداي لم توافه المنية عام ١٨٣٠ وإنما اكتشف الحث الكهرومغناطيسي عام ١٨٣١، فإن معنى الحكم يبدو جديراً بالتصديق أيضا ولو ظاهريا. يتساوى القول إن التقدم التقني الذي حدث يرجع جزئيا إلى اكتشاف فاراداي. والقول بأنه يرجع إلى بقاءه. ولكن ماذا يعنى فى مفهوم فيزياء الزمكان التعقيل عن المستقبل وعن أحداث لم توجد بعد؟ إذا لم تكن حادثة كهذه فى الزمكان، مثل موت فاراداي عام ١٨٣٠، فلن تكون هناك ثمة أحداث ناجمة عنها. من الطبيعى أنه يمكننا تخيل زمكان يحتوى على مثل هذه الواقعة، ولكن حينئذ طالما أننا نتخيله، فإنه يمكننا أيضا تخيل أية نتائج أو آثار نرغب فيها. يمكن أن نتخيل مثلا أن موت فاراداي أعقبه تقدم تقنى متسارع. ربما نحاول تجنب هذا الغموض عن طريق تصور زمكانات تكون فيها قوانين الفيزياء هى نفسها حتى ولو أن الحدث محل البحث فيها يختلف عن الحدث الواقع فى الزمكان الفعلى، إنه ليس واضحا ما الذى يحكم القيود على تخيلاتنا على هذا النحو، ولكن على أى الأحوال، أى لو أن قوانين الفيزياء كانت

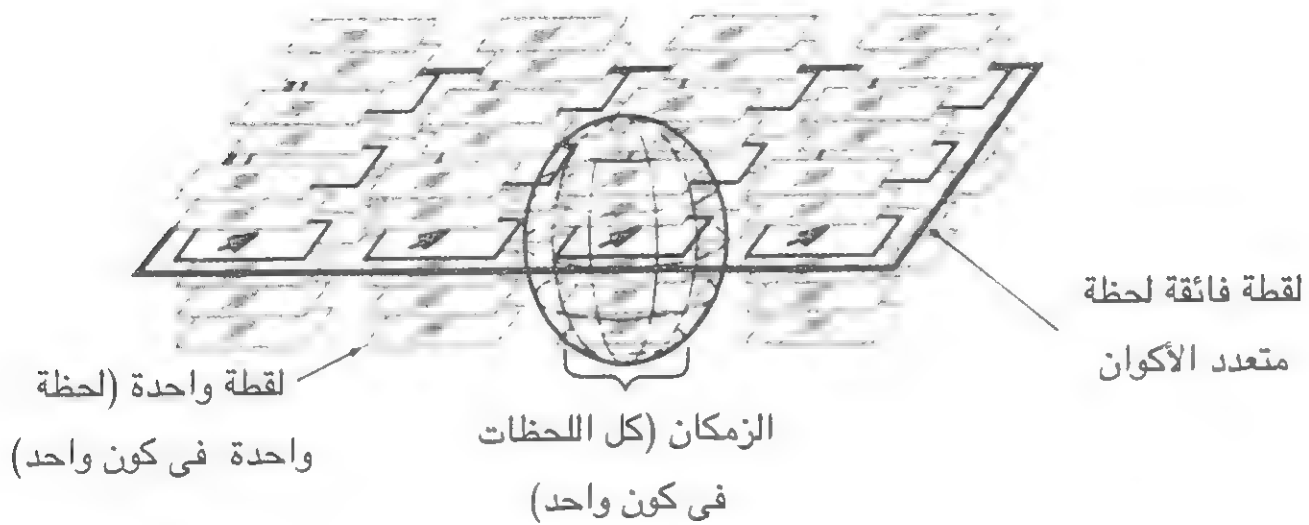
هى نفسها، فإن الحدث موضع البحث لم يكن ليختلف، لأن القوانين هى التى حددته بدون غموض أو التباس من التاريخ السابق. وبالتالي فإنه ليس ثمة ما يدعو إلى تخيل التاريخ المسبق مختلفاً أيضاً. كيف يختلف؟ تأثير المتغيرات المتخيلة فى التاريخ تعتمد نقدياً على ما نعينه بالتساوى بين الأشياء. وهذا ما يبدو من الغموض إنقاصه، لأن هناك عدد لا نهائى لتخيل حالة الأشياء قبل عام ١٨٢٠ والتى كانت من الممكن أن تقود إلى موت فاراداي فى هذا العام وبعضها منها كان يمكن بدون شك أن يقود إلى تقدم تقنى أسرع وبعضها قد يقود إلى التباطؤ فيه. أى منها هو الذى نشير إليه باستخدام عبارة: لو ..... إذن .....؟ ما الذى يدخل فى الحساب كـ "تساوى الأشياء الأخرى"؟ حاول، كما ربما نفعل، إننا لن ننجح فى إذابة هذا الغموض فى ظل فيزياء الزمكان. ليس ثمة تجنب لحقيقة أن شيئاً واحداً فقط يحدث فى الواقع فى ظل الزمكان، وكل ما عداه محض خيال.

ونحن مجبرون على استخلاص أنه فى ظل فيزياء الزمكان فإن الجمل الشرطية التى تكون مقدماتها غير صادقة (إذا كان فاراداي قد وافته المنية عام ١٨٢٠ ...) لا تكون لها معنى. المناطق يسمون مثل هذه العبارات "الشرطية المتناقضة مع الواقع أو المضادة له" وحالتها تتمثل فى أنها متناقضة تقليدية. نحن نعرف ما الذى تعنيه مثل هذه العبارات، وبعد فحالما نحاول تقرير معناها بوضوح تبدو كأنها تتبخر أو تتلاشى. ومصدر هذا التناقض ليس فى المنطق أو اللغويات وإنما فى الفيزياء، فى الفيزياء الزائفة للزمكان. حقيقة الفيزياء ليست هى الزمكان. إنها شئ أكبر بكثير، وأكثر من كينونة متغيرة أو متنوعة إنها تعدد الأكوان إذا أن متعدد الأكوان فى أول تقريب للمسألة يشبه أن تكون عددا كبيرا من الزمكانات تتشارك فى الوجود وتتفاعل قليلا أو بخفة. إذا كان الزمكان يشبه تراكما من اللقطات، وكل لقطة منها هى كل الفراغ فى لحظة واحدة، إذن يكون متعدد الأكوان مثل مجموعة واسعة من مثل هذه التراكمات. وحتى هذا (كما سنرى) لا يمثل صورة دقيقة، ولكن يمكنها، ولو قليلا، أن تستضيف

الأسباب والآثار: لأن متعدد الأكوان يضم ثمة بالتأكيد، ولو بالكاد، بعض الأكوان التي توفى فيها فاراداي عام ١٨٣٠، وعلى وجه الحقيقة (ليست حقيقة ملحوظة ومع ذلك فهي حقيقة موضوعية) فإن التقدم في تلك الأكوان تأخر أو لم يتأخر بالتناسب مع التقدم في كوننا. وليس ثمة شيئاً إجبارياً بشأن التنوعات في كوننا كالعبارات المضادة للواقع "إذا كان فاراداي قد مات عام ١٨٣٠..." وماذا تشير إليه. إنها تشير إلى التنوعات التي وقعت بالفعل في مكان ما في متعدد الأكوان. وهذا هو ما يحل الغموض وينهيهِ. الإغواء بتخيل أكوان أخرى لا طائل وراءه. لأنه يمكننا تخيل العوالم التي نحبها، وأى مقاطع منها نرغب فيها. ولكن في التعددية، تكون الأكوان في مقاطع محددة، ولذلك من قبيل العبارات ذات المعنى القول بأن أحداثاً ما "نادرة" أو "شائعة" في ظل التعددية، وأن أحداث تتلو أخرى "في معظم الأحوال". معظم الأكوان الممكنة منطقياً غير ممثلة على الإطلاق - فليس ثمة، مثلاً، أكوان تختلف فيها شحنة الإلكترون عن مثيلتها في كوننا، أو التي لا تتحقق فيها قوانين فيزياء الكم. وقوانين الفيزياء التي تشير ضمناً إلى أنه في مضادات الواقع تكون القوانين السائدة الطيعة في أكوان أخرى، أعني قوانين ميكانيكا الكم ولذلك فإن عبارة من مثل "لو ..... إذن ..... يمكن أخذها دون غموض على أنها تعني "في معظم الأكوان التي توفى فيها فاراداي عام ١٨٣٠، تأخرت التقنية بالقياس إلى تقنيتنا نحن" وبشكل عام فإنه يمكننا القول بأن الواقعة X قد تسببت في الواقعة Y في كوننا إذا كانتا كلتاهما قد وقعتا في كوننا ولكن في معظم تنوعات كوننا التي لم تقع فيها X فإن Y لم تحدث أيضاً.

إذا كان متعدد الأكوان حرفياً، هو تجميع للزمكانات، فسيكون المفهوم الكمي للزمن هو نفسه المفهوم التقليدي. في الشكل ١١ - ٦ يظهر أن الزمن هو تعاقب من اللحظات. والفرق الوحيد سيكون أنه في لحظة معينة من التعددية ستكون أكوان عديدة في حالة وجود بدلا من كون واحد. الحقيقة الفيزيائية في لحظة معينة ستكون، من حيث التأثير، لقطة فائقة تشتمل على لقطات لعدد من الأوجه المختلفة للفضاء كله. وكل

الحقيقة لكل الزمن سوف تكون كومة تراكمية لكل اللقطات الفائقة، تماما كما كانت تقليديا كومة من لقطات الفضاء. لأنه بسبب التداخل الكمى فكل لقطة لن تكون بعد محددة كلياً باللقطة السابقة عليها فى نفس الزمكان (ولو أنها ستكون تقريبية، لأن الفيزياء التقليدية عادة ما تكون تقريباً جيداً لفيزياء الكم). ولكن اللقطات الفائقة بدءاً من اللحظة المعينة ستكون بالضبط وعلى نحو كلى محددة بواسطة اللقطة الفائقة التى سبقتها. هذا التحديد الكامل لن يسمح بنشوء التنبؤ الكامل، حتى من حيث المبدأ، لأن إقامة تنبؤ سيتطلب معرفة ما حدث فى كل الأكوان، وكل نسخة منها يمكنها أن تفهم أو تدرك مباشرة كونا واحدا. ومع ذلك، طالما نحن معنيون بمفهوم الزمن، فإن الصورة مثل زمكان من لحظات متعاقبة ولها علاقة بقوانين جبرية، فقط مع حدوث الكثير فى لحظة ما، ولكن أكثرها يَخْفَى على أى نسخة واحدة من أى ملاحظ.



(الشكل ١١ - ٦)

إذا كان متعدد الأكوان هو مجموعة من الزمكانات المتفاعلة

فسيظل الزمن عبارة عن لحظات متعاقبة



ومع ذلك، فهذا ليس حال متعدد الأكوان. إن نظرية كمية للزمن قابلة للعمل - والتي لا بد أن تكون أيضا نظرية كمية للجاذبية - قد صارت هدفاً مأمولاً وإن ظل بعيداً عن متناول يد الفيزياء النظرية لعدة عقود مضت. ولكننا الآن نعرف عنها ما يكفي عن: إلى مدى نعرف فيه أنه ولو أن قوانين فيزياء الكم هي جبرية تماماً على مستوى التعددية، فإنها لا تجزئ متعدد الأكوان إلى زمكانات منفصلة بالطريقة الموضحة في الشكل (١١ - ٦) ولا إلى لقطات فائقة تتحدد كل منها بالكامل بواسطة الأخريات. وهكذا نحن نعرف أن المفهوم التقليدي عن الزمن من أنه تتابع لحظات ليس صحيحاً على الرغم من أنه يمدنا بتقريب جيد في كثير من الأحوال بمعنى مناطق عديدة في التعددية.

لإيضاح وشرح المفهوم الكمي للزمن، دعنا نتخيل قيامنا بتقطيع متعدد الأكوان ذاك إلى شرائح من اللقطات، وجعلنا من هذه الشرائح كومة منها. والذي نستطيع به أن نلصق كل شريحة منها إلى جوار الأخرى لنجمعهم معاً مرة أخرى؟ كما في السابق ليس أمامنا سوى قوانين الفيزياء، وما هو حقيقى وجوهري من قطاعات اللقطات، وحدها هي المقبولة هنا كمادة غراء نستخدمها في اللصق. لو كان الزمن في متعدد الأكوان هو تتابع من اللقطات، فسيكون ممكناً تعريف كل لقطات الفضاء في لحظة معينة لكي نجعل منها لقطة فائقة. ليس مدهشاً أننا لن نجد طريقة لفعل ذلك. في التعددية لا يملك الزمن "خاتم زمن". ليس هناك ما هو مثل ذلك، بحيث تكون كل لقطة في كون آخر قد وقعت "في نفس اللحظة" التي وقعت فيها في كون غيره، كل لحظة معينة في كوننا نحن، لأن هذا سيكون من شأنه أن يكون هناك مخطط عام للزمن يحيط به كله، خارج التعددية، وله صلة بأية حوادث تقع في متعدد الأكوان. ليس هناك مثل هذا المخطط العام.

ليس ثمة تكافؤ أساسى بين لقطات من أزمنة أخرى وبين لقطات من أكوان أخرى، وهذا يمثل القلب المميز للمفهوم الكمي للزمن:

## "الأزمنة الأخرى هي بالضبط حالات خاصة من الأكوان الأخرى".

هذا الفهم برز في البداية من بحث مبكر عن الجاذبية الكمية في سيتينيات القرن الماضي، وبالذات البحث الذي أجراه برايس دي ويت Bryce De Witt ولكن في حدود معلوماتي، لم يعلن عنه كطريقة عامة إلا بمعرفة دون باج Don Page وويليام ووترز Wil-Ilam Wooters في العام ١٩٨٣. اللقطات التي تطلق عليها "أزمنة أخرى في كوننا" تتميز عن تلك التي في "أكوان أخرى" ولكن فقط من وجهة نظر ما نشاهده نحن، وفقط من ناحية أنها قريبة الصلة على نحو خاص إلينا من خلال قوانين الفيزياء. ولذلك فهي تمثل تلك اللقطات التي يعتبر وجودها دليل ما تشتمل عليه لقطاتنا. ولهذا السبب فقد اكتشفناها لعدة آلاف من السنين قبل أن نكتشف التعددية. والتي ترتطم بها على نحو خفيف من خلال المقارنة وعبر تأثيرات التداخل. وقد أقمنا بناء من لغة خاصة (الماضي والمستقبل في تصريفات الأفعال) للتعبير عنها. وأيضا بناءات أخرى (مثل عبارات "لو ..... إذن ..... والتشكلات الشرطية والذاتية للأفعال) للحديث عن طرازات أخرى من اللقطات، دون حتى معرفة هل هي موجودة أم لا. وقد اعتدنا أن ندلف وندس في حديثنا نوعين من طراز اللقطات - أزمنة أخرى، وأكوان أخرى - في مستويات مفاهيمية مختلفة كلية. الآن نرى أن مثل هذا التمايز ليس ضروريا.

دعنا الآن نستمر مع فكرتنا في إعادة البناء لمتعدد الأكوان يوجد الآن ما هو أكثر من كومة اللقطات، ولكن دعنا مرة أخرى نبدأ بلقطة واحدة من كون واحد في لحظة واحدة. إذا بحثنا الآن في الكومة عن لقطات أخرى مشابهة جداً للقطعة الأصلية، سنجد أن هذه الكومة مختلفة جدا عن الزمكان غير المشابه. وذلك لسبب وحيد هو أننا سنجد لقطات عديدة متطابقة تماما مع الأصلية. في الحقيقة أن أي لقطة موجودة فهي موجودة كليا في عدد لا نهائي من النسخ. فليس إذن ثمة معنى للتساؤل عن عدد اللقطات التي لها خصائص كذا وكذا.....، ولكن نسأل فقط أي قطاع من هذه المجموع

اللانهاى تكون له خصيصة ما. ومن أجل الإيجاز فيما أقول، عندما أتحدث عن عدد معين من الأكوان سأعنى دوما قطاعا معيناً من العدد الكلى داخل متعدد الأكوان.

إذا وجدنا بين تنوعات النسخ منى أنا فى الأكوان المختلفة، أقول إذا كانت ثمة نسخ متطابقة معنى، أيها هى أنا؟ أنا بالطبع هو كلهم. كل منهم قد سأل على التو نفس السؤال "أيهم يكون أنا؟" وأى طريقة صادقة للإجابة على هذا السؤال لا بد أن تعطى نفس الإجابة. بافتراض أنه لا معنى للسؤال فيزيائياً عن أى النسخ المتطابقة هو أنا، هذا الافتراض يعنى افتراضاً آخر بأن ثمة إطار مرجعى خارج متعدد الأكوان تنسب إليه الإجابة المطلوبة مثل "أنا الثالث من اليسار..." ولكن أى "يسار" هذا وماذا تعنى "الثالث"؟ مثل تلك المفردات تعنى شيئاً عندما نتخيل لقطات منى مصفوفة فى وضعية مختلفة فى فضاء خارجى ما. ولكن متعدد الأكوان لا يوجد فى فضاء خارجى بأكثر مما هو موجود فى زمن خارجى: إنه يحتوى كل الفضاءات وكل الأزمنة هناك. إنه فحسب وفيزيائياً هو كل ما هو موجود.

النظرية الكمية عموماً لا تحدد ماذا سيحدث فى لحظة معينة معينة بذاتها، كما تفعل فيزياء الزمن الفضائى. وبدلاً من ذلك فإنها تحدد ما هو القطاع من اللقطات فى متعدد الأكوان ستكون لديه الخاصية المعينة. ولذلك فنحن سكان التعددية نستطيع أحياناً أن نقيم فقط تنبؤات محتملة الحدوث من خلال تجربتنا نحن، حتى ولو أن ما سيحدث فى متعدد الأكوان سيكون محدداً بالكامل. افترض مثلاً أننا أجرينا رهاناً بعملة معدنية (بقذفها دائرة فى الهواء وعند استقرارها على سطح المائدة على أحد وجهيها "صورة" أو "كتابة" يتحدد الرابع وفقماراهن عليه فى أيهما - المترجم) فثم تنبؤ مطابق لنظرية الكم هنا إذا ما فى عدد معين من اللقطات، انطلقت العملة فى حركتها المغزلية بطريقة معينة وأظهر المنبه قراءة محددة، فثمة نصف هذا العدد من الأكوان تظهر فيه القراءة أعلى ومن ثم تستقر العملة على وجه الـ "صورة" أما النصف الآخر

من الأكوان - نصف العدد - فتظهر فيه القراءة أيضا أعلى ولكن العملة تستقر فيه على وجه "الكتابة".

الشكل ١١ - ٧ يظهر المنطقة الصغيرة من التعددية التي تقع فيها تلك الأحداث. حتى في منطقة صغيرة تظل هناك كمية من اللقطات يجب إيضاحها، ومن ثم سنجعل كل نقطة واحدة في الرسم التخطيطي لتمثل إحدى اللقطات منها. كل اللقطات التي ننظر إليها تشتمل على منبهات موحدة الطراز، والرسم التخطيطي قد تم ترتيبه على أن كل اللقطات مع قراءة معينة للمنبه سوف يمثلها الخط العمودي أو الرأسى، وقراءة المنبه تنتشر أو تتوسع في الرسم من اليسار إلى اليمين. كلما مررنا مع الخط الرأسى في الرسم فليست كل اللقطات التي سنمر عليها مختلفة عن بعضها. سوف نمر على مجموعة متطابقة منها المشار إليها بالجزء المظلل. واللقطات التي تظهر معها قراءة أدنى للمنبه تقع في الخانة اليسرى. وسنلاحظ أو نرى أنه في كل تلك اللقطات، والتي هي متطابقة، ستكون العملة في حالة دورانها المغزلى. وفي الناحية اليمنى من الرسم، نرى أن نصف اللقطات التي ظهرت فيها قراءة المنبه متأخرة قد استقرت العملة على وجه "الصورة" وفي النصف الآخر استقرت على وجه "الكتابة". في أكوان تكون قراءة المنبه فيها متوسطة (لا قراءة أسبق ولا أخرى متأخرة) ثمة ثلاثة طرز من الأكوان ممثلة في قطاعات بعيدة عن قراءة المنبه.

إذا كنت حاضراً في المنطقة الموضحة في التعددية، فكل النسخ منك سوف تُرى أولاً في حركتها المغزلية، وبعدها فنصف النسخ ستري استقرارها على وجه "الصورة" والنصف الآخر سيرى استقرارها على وجه "الكتابة". وفي مرحلة متوسطة من هذا سوف تكون قد رأيت العملية وهي مستمرة في حركتها اللولبية ولكن على أى وجه سيمكنك التنبؤ بأنها ستستقر عليه في النهاية. هذا الفرق بين النسخ المتطابقة لملاحظ ما فى أوجه تختلف بدرجة قليلة، هو المسئول عن سمة الاحتمالية الموضوعية فى التنبؤات الكمية. لأنك لو سألت، مبدئياً، أية نتيجة مقدرة فى رهان العملة هذا، فإن

الإجابة ستكون أنها غير قابلة للتنبؤ على نحو صارم. لأن نصف النسخ منك التي ستسأل هذا السؤال سترى وجه "الصورة" في العملة وسيرى النصف الآخر منها "الكتابة". ليس هناك مثل هذا. أى من النصفين الذى سيرى وجه الصورة بأكثر مما ليست هناك إجابة أيضاً لسؤال "أى النسخ هي أنا؟". ولأغراض عملية يمكنك أن تلاحظ هذا على أنه تنبؤ احتمالى أو قابل للحدوث بأن ثمة فرصة تعادل ٥٠٪ للعملة أن تستقر على وجه "الصورة" و ٥٠٪ الباقية تستقر فيه على وجه "الكتابة".

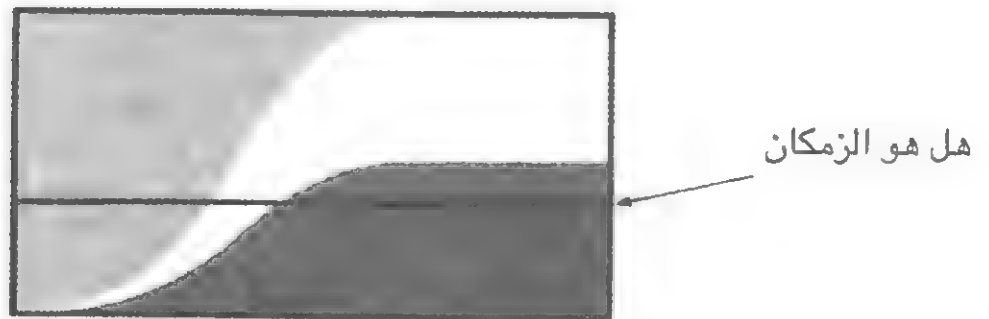
حتمية النظرية الكمية، هي بالضبط كما فى الفيزياء التقليدية، كليهما يعمل للأمام وللخلف عبر الزمن. ومن ناحية حالة المجموعة الموحدة لـ "الصورة" و "الكتابة" فإن اللقطات فى الوقت المتأخر من الشكل (١١ - ٧)، وحالة "الحركة المغزلية" للعملة فى وقت أسبق، كليهما حتمى أو محدد والعكس بالعكس. ومع ذلك فمن وجهة نظر أى ملاحظ، النتيجة تضيق فى عملية الرهان. فى حين أن المرحلة المبدئية المتمثلة فى "الحركة المغزلية" للعملة، ربما تكون بين خبرات الملاحظ، إلا أن المجموعة الموحدة من وجوه "الصورة" و "الكتابة" لا تلتقى مع أى خبرة ممكنة للملاحظ. ولهذا فإن الملاحظ فى الوقت المبكر للرهان (الحركة المغزلية للعملة) ربما يمكن أن يتنبأ بحالتها المستقبلية ولكن النتيجة موضوعياً ستكون احتمالية. لكن لا أحد من النسخ المتأخرة وقتاً يمكن أن يكون فى مقدوره بعد أن رأى النتيجة أن يعيد حالة العملة وهى تدور قبل استقرارها، أى بشكل ارتجاعى، لأن هذه المعلومة ستكون حينئذ قد توزعت عبر طرازين مختلفين من الأكوان، وهذا يجعل عملية الارتجاع هذه من الوضع النهائى مستحيلة. على سبيل المثال: إذا كان كل ما نعرفه أن العملة قد أظهرت وجه "الصورة"، لثوانٍ سابقة على ذلك ربما كانت الحالة وقتئذ هى ما أسميته "الدوران المغزلى"، أو أن العملة كانت تدور فى اتجاه "الكتابة"، وأنها من نوع سيستقر دوماً على وجه "الصورة". ليس ثمة هنا

إمكانية للاسترجاع، حتى ولو كان ارتجاعاً احتمالياً. الحالة السابقة للعملة ببساطة لا تحددها حالتها المتأخرة أى حالة لقطات وجه "الصورة"، ولكن فقط من خلال حالة "المفصل" بين لقطات وجه "الصورة" ولقطات وجه "الكتابة" أى خط أفقى يمر عبر الشكل (١١ - ٧) فى تتابع اللقطات مع تزايد فى قراءات المنبه. ربما يغرينا التفكير فى هذا الخط. مثل التى تبدو فى الشكل (١١ - ٨) كزمكان، وكل الرسم على أنه كومة من اللقطات، واحدة عن مثل هذا الخط. يمكننا أن نقرأ من الشكل (١١ - ٨) ماذا يحدث فى الزمكان معرفاً بالخط الأفقى. واللحظة هو يتكون من العملة الدائرة مغزالياً. وللحظة أخرى تحتوى على العملة متحركة بطريقة تتجه تنبؤياً كأنها ستستقر على وجه "الصورة". ولكن فى لحظة متأخرة وبالتناقض مع ذلك، تحتوى عليها وتبدو كأنها تتحرك بطريقة تتجه بها تنبؤياً إلى الاستقرار على وجه "الكتابة". وأخيراً تستقر على وجه "الكتابة". ولكن هذا مجرد نقص أو عيب فى الرسم، وكما أشرت فى الفصل ٩ (انظر الشكل ٩ - ٤) فى هذه الحالة فإن قوانين الكم تنبأ أنه لا يوجد ملاحظ يتذكر رؤية العملة فى حالة التنبؤ بوجه "الصورة" يمكن له أن يرى حالة وجه "الكتابة: إنه الحكم على ما أسميناه (التنبؤ بوجه "الصورة") فى المقام الأول. ولذلك فليس ثمة ملاحظ فى التعددية سيتعرف على الوقائع التى تحدث فى الزمكان المعرف بالخط. كل ذلك يؤكد أنه لا يمكننا أن نلصق هذه اللقطات معاً بشكل اعتباطى، ولكن فقط بطريقة تعكس العلاقات بينهما كما حددتها قوانين الفيزياء. اللقطات عبر الخط فى شكل ١١ - ٨ لا تقيم علاقات مع بعضها بشكل مرضى لكى تقوم أو تحكم على أنها متجمعة معاً فى كون واحد. مع الاعتراف بأنها تظهر فى ظل القراءات المتزايدة للمنبه كأنها فى زمكان وكأنها أختام زمنية والتى ستكون كافية للزمكان كى يمكن مشابته. ولكن فى التعددية سيكون هناك مدى واسع من اللقطات لا تكفى القراءات المتزايدة للمنبه لتحديد أى لقطة لها علاقة بالأخرى. لكى نفعل ذلك علينا أن نأخذ فى اعتبارنا التفصيل المعقد والصعب بالنسبة لأى لقطات هى التى ستحدد الأخرى.



(شكل ١١ - ٧)

منطقة من متعدد الأكوان تشتمل على عملة تدور مغزلياً وكل نقطة في الرسم التخطيطي تمثل لقطة واحدة



(شكل ١١ - ٨)

تتابع من اللقطات مع قراءات متزايدة للمنبه الذي ليس بالضرورة زمكان

أى لقطة فى الزمكان تتحدد بواسطة أى لقطة أخرى وكما قلت فإن هذا الأمر ليس كذلك عموماً فى متعدد الأكوان. تماماً كما فى حالة مجموعة من اللقطات المتطابقة (مثل تلك التى تمثل العملة أثناء دورانها المغزلى) تحدد حالة عدد متساوى معها من اللقطات المختلفة (مثل وجوه "الصورة" ووجوه "الكتابة"). وبسبب خاصية الزمن فى المعكوسية فى قوانين فيزياء الكم، فى المنظور العام، ثمة قيم متعددة فى حالة حروف كلمة "مجموعة" أيضاً تحدد حالة ما يسبقها. ومع ذلك، فهناك مناطق فى متعدد الأكوان، وبعض الأماكن فى الفضاء، تسقط فيها لقطات بعض الموضوعات الفيزيائية، لمدة ما، فى سلسلة، كل عدد منها يحدد كل اللقطات الأخرى إلى تقريب جيد. تعاقب لقطات النظام الشمسى ستكون نموذجاً مثالياً لذلك. قوانين الفيزياء التقليدية فى هذه المناطق هى تقريب جيد لقوانين الكم. التعددية فى هذه المناطق والأماكن، تبدو فى شكل (١١ - ٦)، تجمع من الزمكان، وفى هذا المستوى من التقريب يتناقص المفهوم الكمي للزمن إلى المفهوم التقليدي. المرء يستطيع التمييز بين "الأزمنة المختلفة" وبين "الأكوان المختلفة"، والزمن هو تتابع من اللحظات، ولكن هذا التقريب يسقط إذا تفحص المرء هذه اللقطات بتفصيل أكثر، أو نظر إلى الزمن السالف أو الآتى، أو بعيداً عن "المحلية" إلى "التعددية".

كل نتائج التجارب من السائد أن تكون فى متناولنا ولا مهرب لها من تقريب الزمن إلى تتابع من اللحظات. إننا لا نتوقع أن يفشل هذا التقريب فى أى تجربة أرضية أو دنيوية قابلة للتوقع، ولكن تقول النظرية إنه لا بد من فشله بشدة فى طرز معينة من العمليات الفيزيائية. الأول هى بداية الأكوان، الانفجار الكبير "Big Bang" طبقاً للفيزياء التقليدية، فإن الزمن بدأ مع لحظة كان فيها "المكان" أو "الفضاء" مكثفاً بطريقة لا نهائية ويشغل حيز نقطة منفردة لا متناهية الصغر، وقبل ذلك لم تكن ثمة لحظات. وطبقاً لفيزياء الكم أو بأقصى ما نستطيع قوله فإن اللقطات القريبة جداً من الانفجار الكبير لم يكن لها نظام معين أو مميز. خاصية التتابع هذه فى الزمن لم تبدأ



مع الانفجار الكبير، ولكن بعد بعض الوقت منه. من طبيعة الأشياء فإنه لا يفيد أى معنى أن تسال أى قدر من الوقت ذاك. ولكن يمكننا القول بأنها اللحظات الأبر والذى يصلح كتقريب جيد لها أن تستنتج الفيزياء القديمة أن الانفجار الكبير قد وقع مبكراً فى <sup>٤٣</sup> ١٠ من الثانية (زمن بلانك\*) (Blank).

الثانى والمشابه، لفشل تتابعية الزمن، وهو ما يُظن أنه يحدث فى داخل الثقوب السوداء وعند الانهيار النهائى للكون (الانسحاق الكبير Big Crunch)، إذا كان هناك مثل ذلك. فى كلتا الحالتين تنضغط المادة إلى كثافة لا نهائية طبقاً للفيزياء التقليدية، تماماً مثلما كانت فى الانفجار الكبير والنتيجة أن القوى الجاذبة سوف تمزق نسيج الزمكان.

وبالمناسبة، إذا ما كنت قد تساءلت ما الذى حدث قبل الانفجار الكبير أو الذى سيحدث بعد الانسحاق الكبير، يمكنك التوقف عن التساؤل الآن. لماذا يكون من الصعب تقبل أنها ليس ثمة لحظات قبل الانفجار الكبير أو بعد الانسحاق الكبير، لدرجة أن لا شئ يحدث أو يوجد هناك؟ السبب أنه من الصعب تخيل أن الزمن يبدأ أو يتوقف. ولكن حينئذ، الزمن لا يبدأ ولا يتوقف لأنه لا يتحرك أبداً. متعدد الأكوان لا "يأتى للوجود" أو "يتوقف عن الوجود" مثل هذه المصطلحات تفترض مسبقاً تدفق الزمن. إنه فقط تخيل التدفق فى الزمن هو الذى يجعلنا نتعجب حول ما حدث "قبل" أو "بعد" الحقيقة كلها.

---

(\*) ماكس بلانك Max Blank (١٨٥٨ - ١٩٤٧) فيزيائى نظرى ألماني، هو الذى أصل نظرية ميكانيكا الكم (حصل على جائزة نوبل من أجلها) كما له مبدأ يعرف باسمه: "ثابت بلانك" وهو أساس ميكانيكا الكم ويصف سلوك العناصر والموجات على المستوى الذرى متضمناً حالة عنصر الضوء وتقدير وحدته <sup>٤٤</sup> ١٠ X ٦.٦٢٦.٧٥٥ ثانية، فضلاً عن أن نظريته تلك أسفرت عما يقال له مبدأ الشك أو اللايقين بمعنى عدم إمكانية التيقن من قياس زمن ومكان عنصر ما فى نفس الوقت. (المترجم)

الثالث، من المظنون أنه على مستوى التأثيرات الكمية فى الميكروسكوبيات الثانوية أو البديلة فإنها ستلوى أو تقتل نسيج الزمكان، وهذا يخلق ثغرات الزمن (يخلق الدائرة) كتأثير له، الآلات الزمنية الرفيعة توجد فى هذا المستوى. وكما سنرى فى الفصل القادم، فإن هذا النوع من انهيار تتابعية الزمن ممكن فيزيائياً أيضاً على المستويات الأكبر، وهو سؤال مفتوح إذا كان هذا يحدث قرب مثل هذه الأشياء كتناوب الثقوب السوداء.

وهكذا، على الرغم من عدم استطاعتنا حتى الآن من سبر أو استكشاف أى من هذه التأثيرات، فإن أحسن نظرياتنا تخبرنا بأن فيزياء الزمكان ليست بأى حال أبداً أكثر الأوصاف انضباطاً للحقيقة. ومهما كان "تقريباً" جيداً، فإن الزمن فى الحقيقة لا بد أن يختلف أساسياً عن التابع "الخطئ" الذى يفترضه الحس العام. ومع ذلك فإن كل شئ فى التعددية محدد بشكل صارم كما فى الزمكان التقليدى. استبعد لقطة واحدة، ستقوم الباقيات بتحديدنا تماماً. استبعد معظم اللقطات، والقلة الباقية منها ربما تظل تحدد كل ما أزلته، تماماً كما تفعل فى الزمكان. الفارق الوحيد هو، على غير الزمكان، فإن متعدد الأكوان لا يشتمل على الطبقات المحددة أو المشتركة التى أسميتها لقطات فائقة snapshots super التى يمكن أن تقوم بمثابة اللحظات فى التعددية، إنها لعبة بازل puzzle معقدة متعددة الاتجاهات وغير مرتبة.

فى هذه اللعبة (التعددية) والتى لا تشتمل على تتابع من اللحظات ولا تسمح بتدفق للزمن، جاء الحس العام بما له معنى فيما يتعلق بالسبب والآخر. المشكلة أننا وجدنا فيما يتعلق بالسببية فى الزمكان أنها مسألة متغيرات من الأسباب والتأثيرات مثلها مثل الأسباب والتأثيرات ذاتها. وطالما توجد هذه المتغيرات فى خيالنا، وليس فى الزمكان فقد هربنا من مواجهة اللامعنى الفيزيائى برسم نتيجة حقيقية أو جوهرية من الخاصية المتخيلة لغير الوجود من العمليات الفيزيائية (المضادة للحقيقة: counter - factua)، ولكن فى متغيرات متعدد الأكوان الحائزة للوجود فى قطاعات مختلفة،

وتخضع لقوانين محددة أو مقررة نهائية. بوجود هذه القوانين ثمة حقيقة موضوعية بأن أيها من الحوادث تحدث فروقا في حدوث أى من الوقائع الأخرى افترض أن هناك مجموعة من اللقطات، وليس من الضروري أن تكون متطابقة، ولكنها جميعا تتشارك في الخاصية  $X$  وافترض أن هذه المجموعة حائزة للوجود، فإن قوانين الفيزياء تقرر أن هناك توجد مجموعة أخرى من اللقطات لها الخاصية  $Y$ . وواحدة من شروط  $X$  لا يكون سببا في  $Y$  وبالتالي فقد تلاقيا. خذ في اعتبارك أن متغيرات المجموعة الأولى ليست لها الخاصية  $X$ ، إذا من خلال وجود هذه المتغيرات، وجود بعضا من لقطات  $Y$  لم تزل مقررة، إذن  $X$  لن تكون سببا لـ  $Y$  : لأن  $Y$  سوف تحدث بدون  $X$ . ولكن إذا، من مجموعة متغيرات "لا  $X$ "، فقط وجود متغيرات "لا  $Y$ " مقرر، إذن فإن  $X$  كانت سببا في  $Y$ .

ليس هناك في تعريف السبب والآخر ما يَتَطَلَّب منطقيا أسبابا لتستمر آثارها، وتكون في حالة الدخيل أو الغريب، مثل الحالة القريبة جدا من الانفجار الكبير أو حالة داخل الثقوب السوداء، وكلاهما ليس كذلك. ومهما يكن فإن في خبرتنا اليومية تستمر الأسباب في إحداث آثارها، وهذا لأنه، على الأقل في حدود السرعة المتاحة في التعددية، فإن عدد الطرازات المميزة للقطات تميل للتزايد بسرعة مع الزمن، ولا تتناقص أبدا. وهذه الخاصية لها صلة بالقانون الثانى للديناميكا الحرارية الذى يقول بأن الطاقة المنظمة مثل الكيمياء الكامنة أو الموجودة بالقوة وأيضا الجاذبية، يمكن أن تنقلب إلى طاقة غير منظمة كليا، مثل الحرارة وليس العكس من ذلك أبدا. الحرارة عشوائية من الناحية الميكروسكوبية. وبمصطلحات التعددية فإن هذا يعنى أن هناك حالات فروق ميكروسكوبية للحركة فى الأكوان المختلة. على سبيل المثال. فى تعاقب لقطات العملة فى حالة المبالغة العادية، يبدو أن عمليات الاستقرار على السطح تغير، أو تحول مجموعة متطابقة من لقطات وجه "الصورة" المتنبأ بها إلى مجموعة من لقطات وجه "الصورة". ولكن أثناء هذه العملية تكون طاقة حركة العملة قد تحولت إلى حرارة،

وبالتالى عند تعظيم الحركة بدرجة كافية لكى ترى الجزئيات المنفردة، فإن مجموعة اللقطات التالية لن تكون متطابقة أبداً كلها تقول وتوافق على أن العملة فى وضعية وجوه "الصورة" ولكن تظهر جزئياتها وجزئيات الهواء المحيط بها وعلى السطح الذى ستستقر عليه، جميعها فى شكل أو صورة مختلفة. وأعترف أن لقطات التوقعات المبدئية لوجوه "الصورة" ليست أيضاً متطابقة من المنظور الميكروسكوبى، لأن بعضاً من الحرارة سيكون هناك أيضاً، ولكن إنتاج الحرارة فى العملية يعنى أن هذه اللقطات أقل تحولا جدا من الأخرى التى تحدثنا عنها.

التحول نسبى للملاحظ، من إمكانيات ما هو فعلى، إلى مستقبل مفتوح، وماضى ثابت، جميعا تصبح ذات معنى داخل هذا الإطار. خذ فى اعتبارك مثال رهان العملة مرة أخرى، قبل الرهان يعتبر المستقبل مفتوحا بالنسبة لأى، ملاحظ، حيث تظل إمكانية أى من النتيجتين "صورة" أو "كتابة" سوف يلاحظهم هذا الملاحظ، ذلك من وجهة نظره حتى ولو أنهم هما من الفعليّات موضوعيا. بعد استقرار العملة تكون نسخ الملاحظ قد تفرعت إلى مجموعتين. وكل منهم قد لاحظ، وتذكر، نتيجة واحدة من رهان العملة. ومنذ أصبحت فى الماضى بالنسبة لأى ملاحظ فقد أصبحت ذات قيمة فعلية واحدة بالنسبة لأى نسخة من الملاحظ، حتى لو كانت من وجهة النظر التعددية فقط قيمتين إلى الأبد.

دعنى أصل إلى خلاصة لعوامل مفهوم الزمن الكمى. الزمن ليس تعاقب للحظات، ولا هو يتدفق. ولو أن حدوسنا عن خواص الزمن هى صحيحة كثيرا. أحداث معينة هى بالطبع أسباب وآثار بالنسبة لبعضها البعض. بالنسبة لملاحظ يكون المستقبل بالطبع مفتوحا والماضى ثابتا، والإمكانيات بالطبع تصبح فعليات. والسبب فى أن نظرياتنا التقليدية عن الزمن غير ذات معنى، هو أنها حاولت تفسير هذه الحدوس الصادقة فى الإطار العام لفيزياء تقليدية زائفة. فى الفيزياء الكمية تكتسب المعنى لأن الوقت كان دوما مفهوما كميا. إننا نعيش فى "وجوه" متعددة فى أكوان نسميها "اللحظات" كل

وجه" منا لا يهتم مباشرة بالوجوه الأخرى، ولكن لديه دليلاً على وجود الآخرين بسبب الرابطة المُرضية التي تقوم بها قوانين الفيزياء بين الأكوان المختلفة. من المغري أن تكون اللحظة التي هي محل اهتمامنا هي الوحيدة، أو على الأقل هي أكثر حقيقية عن الأخريات. ولكن هذا مجرد "أناة". كل متعدد الأكوان صحيح فيزيائياً. ولا شيء آخر حقيقى.

### اصطلاحات:

تدفق الزمن: Flow of time	الحركة المفترضة للحظة الحالية فى اتجاه المستقبل، أو الحركة المفترضة لو حددنا من لحظة واحدة عن الأخرى. (هذا لا معنى له!)
الزمكان: spacetime	المكان والزمان، يعتبران معا كخاصية لها طبيعة! استاتيكية ذات أبعاد أربعة.
فيزياء الزمكان: Spacetime physics	النظريات، مثل النسبية، التى فيها تكون الحقيقة معتبرة كزمكان. ولأن الحقيقة هي متعدد الأكوان فمثل هذه النظريات تكون تقريبية فى أحسن أحوالها.
الإرادة الحرة: Free wil	القابلية فى التأثير على الأحداث المستقبلية فى واحدة من عدة طرق ممكنة، واختيار أيها الذى سيحدث.
الشرط الضد واقعى: Counter factual condisional	جملة شرطية تكون المقدمة فيها زائفة (مثل "إذا كان فاراداي قد توفى عام ١٨٣٠، إذن X لم تكن لتحدث).
لقطة: Snapshot	(اصطلاح لهذا الفصل فقط) كون فى زمن معين.

## الخلاصة:

الزمن لا يتدفق، الأزمنة الأخرى هي حالات خاصة لأكوان أخرى.

الزمن يرتحل، قد يكون أو لا يكون فعلياً أو عملياً. ولكننا نمتلك بالفعل فهما نظرياً معقولاً جيداً لكيف سيبدو ذلك إذا فعل، فهماً يستوجب وتدخّل فيه "الأوتار أو الخيوط الأربعة".

## الفصل الثاني عشر

ارقال الزمن (أو سريانه)





لعلها فكرة طبيعية تلك التي تتعلق بأن الزمن على نحو من الأنحاء هو بعد رابع إضافي للمكان، أى أنه كما أن من الممكن أن يرتحل من مكان إلى آخر، فإنك أيضاً يمكنك أن تسافر من وقت لآخر، لقد رأينا فى الفصل السابق أن فكرة "التحرك" عبر الزمن، بنفس المعنى الحادث فى الحركة عبر المكان، هذه الفكرة لا معنى لها. ومع ذلك يبدو واضحاً ما يعنيه المرء بالسفر إلى القرن ٢٥ أو إلى عصر الديناصورات. من المعتاد تخيل آلة الزمن فى روايات الخيال العلمى كعربة دخيلة أو غريبة. المرء عليه أن يضبط بإحكام التاريخ والزمن بحيث يريد، وينتظر سفر الآلة إلى هذا التاريخ (أحياناً يستطيع المرء اختيار المكان أيضاً). ويصبح المرء هناك. إذا اختار المرء الزمن البعيد، وتحدث مع إنسان ألى (روبوت) واعى، وأبدى دهشته وإعجابه بمعجزة سفينة فضاء بين كوكبية، أو (اعتماداً على الحث السياسى لدى المؤلف) وتعجب من التفحيمات التي خلفتها ما أحدثته الإشعاعات من تحطيم. وإذا المرء اختار الماضى البعيد، فسوف يقاتل ضد هجمات التيرانوصوركسات بينما ترفرف البتروداكتيلات فوق رأسه.

حضور الديناصورات سيكون دليلاً مؤثراً ومثيراً للدهشة على أننا وصلنا بالفعل لمرحلة سابقة زمنياً. وعلينا أن نراجع تداخلياً هذا الدليل، وتحديد التاريخ بدقة أكثر، بملاحظة "روزنامة" (\*) ذات مدى طويل مثل شكل أبراج النجوم فى سماء الليل ونسب تواجد المواد المشعة فى الصخور. الفيزياء تمدنا بعدد من هذه "النتائج"، وتتكفل قوانين الفيزياء بجعلها تتفق مع واحدة أو أخرى عند تصنيفها وقياس درجاتها بطريقة مناسبة. وطبقاً للتقريب الذى يحتوى عليه متعدد الأكوان من إمكانات متوازية كل منها يحتوى على كومة من لقطات المكان، التاريخ المعرف بهذه الطريقة هو خاصية للقطعة تامة غير منقوصة، وأى اثنتين من اللقطات تنفصل الواحدة منهما عن الأخرى بلحظة زمنية تختلف عنها وتقع بين التاريخين. سفر الزمن هو أى عملية تسبب تفاوتاً فى

---

(\*) روزنامة هى وسيلة ما لحساب الزمن وتسلسل التاريخ.

الفترة بين نقطتين من ناحية، خبرتنا عن كيف أن الزمن انقضى أثناء وجودنا بين هاتين اللقطتين من ناحية أخرى. ربما نشير على ساعة أو منبه نحمله معنا، وربما قدرنا مدى تفكيرنا في أن لدينا فرصة عمل ذلك، أو ربما قسنا بمقياس فسيولوجي القدر الذي هرمت فيه أجسادنا. لو لاحظنا مدى الزمن الذي انقضى خارجياً، بينما بكل مقاييس ذاتية قد خبرنا وقتاً أقصر بكثير عندما رحلنا إلى المستقبل. ومن الناحية الأخرى لو لاحظنا المنبه الخارجى "والنتائج" التى تشير إلى توقيت معين، وبعدها (ذاتياً) نلاحظها متماسكة فى الإشارة لوقت أسبق، إذن نكون قد سافرنا إلى الماضى.

معظم مؤلفى روايات الخيال العلمى يدركون أن الزمن الموجه للمستقبل أو الماضى هما نوعان من العمليات مختلفان جذرياً. أنا لن أعطى هنا أهمية كبيرة للسفر إلى المستقبل لأنها فى أقصاها أقل إشكالية أو إعضالاً. حتى فى تجربتنا اليومية، على سبيل المثال، عندما ننام ونستيقظ، فإن خبرتنا الذاتية أن الزمن يمكن أن يكون أقصر من الزمن المنقضى خارجياً. الناس الذين يفيقون من غيبوبة دامت عدة سنوات يمكن القول بأنهم سافروا طوال تلك السنوات إلى المستقبل، بينما الأمر ليس كذلك بالنسبة لحقيقة أن أجسادهم قد هرمت طبقاً للزمن الخارجى. وبأكثر من الوقت الذى خبروه شخصياً. وهكذا، من حيث المبدأ، فإن تقنية مشابهة لذلك والتى تخيلناها فى الفصل الخامس لإظهار أن دماغ مستخدم الحقيقة التقديرية يمكن تطبيعه مع الجسد كله، وهكذا يمكن استخدامه كإضافة لرحلة زمن موجه إلى المستقبل. أمدتتنا نظرية النسبية الخاصة لأينشتاين بطريقة أقل اقتحامية أو تطفلية، وهى التى تقول بصفة عامة إن أى ملاحظ متسارع أو متباطئ يخبر وقتاً أقل مما يخبره ملاحظ ساكن أو فى حالة حركة منتظمة أو مضطردة الاتساق. مثلاً: لو أن رائد فضاء طار فى جولة جوية تستخدم تسارعاً يقترب من سرعة الضوء فسوف يخبر وقتاً أقل بكثير عن الملاحظ الذى يبقى على الأرض هذا التأثير يعرف بـ "التمدد الزمنى" time dilation. بواسطة تسارعاً

كافياً يستطيع المرء أن يجعل هذا التمدد فى الزمن من وجهة نظر مركبة رائد الفضاء أقصر للدرجة التى يريدها المرء، وسريان الزمن كما يتم قياسه على الأرض طويلاً إلى الحد الذى يرغبه المرء. وهكذا يستطيع المرء إلى أى مدى فى المستقبل يريده فى وقت قصير من الناحية الذاتية. ولكن هذه الرحلة للمستقبل لا يمكن إعاكاسها أو أنه يتعذر إلغاؤها. رحلة العودة ستتطلب زمناً موجهها للماضى، وليس ثمة قدر من تمدد الزمن يسمح لسفينة فضاء أن تعود من رحلة طيران قبل أن تكون قد أقلعت أصلاً.

الحقيقة التقديرية ورحيل الزمن، فى معناهما الشائع، يتشابهان فى أنهما يغيران العلاقات المعتادة بين الحقيقة الخارجية وخبرة المستخدم بها. وعلى ذلك يمكن للمرء أن يطرح هذا التساؤل: إذا كان المولد العالمى للحقيقة التقديرية يمكن برمجته بسهولة للتأثير على الزمن الموجه للمستقبل؟ إذا كان إبطاؤنا سوف يرسلنا إلى المستقبل، هل يرسلنا تسارعنا إلى الماضى؟ لا؛ العالم الخارجى سيبدو كأنه مجرد يبطئ مسيرته. حتى فى حالة الحد الذى ليس فى متناول اليد للعقل أن يعمل بسرعة لا نهائية، فسيبدو العالم الخارجى متجمداً فى لحظة معينة. سوف يبقى هذا ارتحالاً للزمن بالتعريف السابق، ولكنه لن يكون سفرًا موجهًا للماضى. قد يسميه المرء سفراً موجهًا للزمن الحاضر. أتذكر رغبتنا فى ماكينة قادرة على السفر الموجه للزمن الحاضر عندما كنت أقوم بمراجعة الدقيقة الأخيرة قبل الامتحان. من منا لم يتمنّ مثل هذه الرغبة؟

قبل أن أناقش سفر الزمن موجهًا للماضى فى ذاته، ماذا عن محاكاة ذلك الزمن؟ إلى أى مدة يمكن لمولد حقيقة تقديرية أن يبرمج لكى يعطى المستخدم خبرة سفر الزمن موجهًا للماضى؟ سوف نرى أن الإجابة عن هذا السؤال، مثله مثل كل الأسئلة عن مدى الحقيقة التقديرية، سوف تحكى لنا المزيد أيضاً عن الحقيقة التقديرية ذاتها.

الأوجه المميزة لخبرة بيئة الماضي هي: بالتعريف أن خبرة أشياء أو عمليات فيزيائية - منبهات وروزنامات - هي تقرير ما حدث فقط بالفعل في الماضي (بمعنى اللقطات الماضية). بالطبع يستطيع مولد الحقيقة التقديرية أن يحاكي تلك الأشياء في تلك الحالات. مثلاً يمكن أن يعطى للمرء خبرة الحياة في عصر الديناصورات، أو في خنادق الحرب العالمية الأولى، وأيضاً يستطيع صنع المجموعات الكوكبية، التواريخ المطبوعة على الجرائد، أو أياً ما كان، تبدو جميعاً بدقة كما كانت وقتها. كيف تكون درجة صحة ذلك؟ هل ثمة حد أساسي لدى دقة محاكاة أى عصر نحدده؟ مبدأ تورنج يقول أن مولد عالمي للحقيقة التقديرية، يمكن بناؤه، كما يمكن برمجته لمحاكاة أى بيئة ممكنة فيزيائياً، وبشكل ظاهر جداً: يمكن برمجته لمحاكاة أى بيئة سبق أن وجدت فيزيائياً.

لمحاكاة آلة زمن لديها إمكانية إعادة عرض لغايات قُصدت في الماضي (وبالتالي محاكاة هذه الغايات ذاتها)، فإن البرنامج سيشتمل، من بين ما يشتمل عليه، على تسجيلات تاريخية لبيئات تلك الغايات. في الواقع سوف تحتاج إلى أكثر من مجرد التسجيلات، لأن خبرة سفر الزمن سوف تتعلق بأكثر من مجرد رؤية أحداث الماضي وهي تنفرد حول المرء. تشغيل تسجيلات للمستخدم عن الماضي سوف تكون مجرد توليد صور وليس توليد حقيقة تقديرية. وطالما أن المسافر في الزمن سيكون مشاركاً في تلك الأحداث وله رد فعل إزاء هذه البيئات القديمة فإن المحاكاة الناجمة عن الحقيقة التقديرية لا بد أن تكون تفاعلية. على البرنامج أن يحسب، لكل تصرف يصدر من المستخدم، كيف ستستجيب تلك البيئات التاريخية معه. مثلاً لو استطعت إقناع د. جونسون أنه من المفهوم ظاهرياً من آلة زمن أنها تأخذه فعلياً لروما القديمة، فلا بد أن نسمح له بفعل ما هو أكثر من التأثر بمشاهدة، وعلى نحو غير مرئي، أن يوليوس قيصر يمر بجواره. سوف يرغب في اختبار أصالة خبرته تلك بأن يضرب بقدمه الصخور المحلية في المشهد. وربما يضرب (بقدمه) القيصر نفسه، أو على الأقل توجيه

الحديث له باللغة اللاتينية ويتوقع منه أن يرد عليه بنفس اللغة. ما يعنيه قيام الحقيقة التقديرية بمحاكاة آلة زمن ولكى تكون محاكاة دقيقة هو أن البيئة لا بد أن تستجيب لمثل تلك الاختبارات التفاعلية بنفس الطريقة التى تفعل بها آلة الزمن الحقيقية، وكما تفعل البيئة الماضية حسب ما سافرنا إليه، أى محاكاة الحديث باللغة اللاتينية ليوليوس قيصر.

وطالما أن يوليوس قيصر وروما القديمة هما من قبيل الأشياء الفيزيائية فمن حيث المبدأ يمكن محاكاتها بدقة تحكمية. الهدف يختلف فقط فى درجة دقته عن محاكاة الصالة المركزية لويمبلدون بما فيها من مشاهدين. بالطبع سيكون التعقيد فى البرنامج المستلزم مروعاً وهائلاً. ويظل مزيد من التعقيد وربما حتى من قبيل المستحيل، من حيث المبدأ، وهو عملية جمع المعلومات المطلوبة لكتابة البرنامج لمحاكاة آدميين معينين. ولكن كتابة البرنامج ليست هى التى تعيننا هنا. أنا لا أسأل عن أننا سنجد ما يكفى عن البيانات القديمة (أو بالطبع عن البيانات الحاضرة أو المستقبلية) لكتابة برنامج يحاكي أياً من تلك البيئات بالتحديد. أنا أتساءل عما إذا كانت مجموعة كل البرامج الممكنة لمولدات الحقيقة التقديرية ستشتمل أو لا تشتمل على واحد يعطينا محاكاة عن سفر الزمن موجهاً للماضى، وإذا كان ثمة، إلى أى مدى تكون دقة هذه المحاكاة. إذا لم يكن هناك برنامجاً لمحاكاة ارتحال الزمن حينئذ سيكون تطبيق مبدأ تورنج أن ارتحال الزمن مستحيل فيزيائياً (لأن المبدأ فى الأصل يقول بأن أى بيئة ممكنة فيزيائياً يمكن محاكاتها ببعض البرامج). وعلى السطح من هذا فإن ثمة مشكلة هنا. لو أن ثمة برامج يمكنها محاكاة البيانات القديمة بدقة، هنا يظهر عائق حقيقى أو أساسى فى استخدامها لمحاكاة ارتحال الزمن. وهى العوائق التى تمنع ارتحال الزمن فى ذاته والمسماة "تناقضات" ارتحال الزمن.

وهنا واحدة منها، إذا بنيت آلة الزمن، واستخدمتها فى السفر إلى الماضى - هناك أكون قد منعت نفسى السابقة من بناء آلة الزمن. ولكن إذا لم تكن آلة الزمن قد

بنيت، فلن أكون قادرا على استخدامها للسفر إلى الماضي، ولا منع - حيث الأمر كذلك - كونها قد تم بناؤها. وعليه سأقوم بهذه الرحلة أم لا؟ إذا فعلت، فحينئذ سأكون حرمت نفسي من آلة الزمن ولذلك لن أقوم بالرحلة. وإذا لم أقم بالرحلة فحينئذ سوف أسمح لنفسي بإقامة آلة الزمن ومن ثم سأقوم بالرحلة. هذا ما يسمى أحيانا ب:تناقض الجد "grandfather paradox" والتي تقرر استطاعة الحفيد استخدام آلة الزمن في قتل جده قبل أن يرزق الجد بأى أبناء. (وحيئنذ عندما لا يكون له أبناء فلن يكون ثمة أحفاد له فمن منهم الذى سيقتله؟). هذان الشكلا للتناقض؛ هما اللذان شاع الحديث عنهما واللذان تطلبا عنصرا عنيفا فى الصراع بين المسافر عبر الزمن، والناس الذين عاشوا فى الماضي، حتى أن المرء يجد نفسه متعجبا أيهما سيفوز. ربما ستم هزيمة ارتحال الزمن وبذلك يتم تجنب التناقض. ولكن العنف ليس هو الجزء الضرورى من المعضلة هنا. إذا كانت لدى آلة زمن، فسيمكننى أن أقرر على النحو التالى: إذا كان مستقبلى سيزورنى اليوم، منفصلا عن الغد، إذن فى الغد لن أستخدم آلتى الزمنية، وإذا لم أستقبل مثل هذا الزائر اليوم، حينئذ فى الغد سوف أستخدم آلة الزمن للسفر إلى الماضي إلى اليوم ومن ثم أزور نفسى. ويبدو أنه ينحدر من هذا القرار الذى اتخذته أننى استخدمت آلة الزمن فحينئذ لن أستخدمها، وإذا كنت بالفعل لن أستخدمها فحينئذ سوف أستخدمها: تناقض!

التناقض يشير إلى افتراض خاطئ، حتى أنه تقليديا قد استخدم كبراهين على أن ارتحال الزمن مستحيل. وثمة افتراض آخر أحيانا ما يثير التحدى ألا وهو "الإرادة الحرة" هل يمكن عادة للمسافرين فى الزمن أن يقرروا كيف يتصرفون. إذا كانت آلات الزمن موجودة بالفعل فللمرء أن يستخلص حينئذ أن الإرادة الحرة للناس سوف تفسد. سوف يكونون إلى حد ما غير قادرين على تشكيل رغبات من النوع الذى وصفته، وأيضا عند السفر فى الزمن، سيكونون على نحو تراتبى بشكل ما ناسين للحلول التى أقاموها قبل السفر. ولكن الافتراض الخاطئ وراء التناقض ليس فى وجود آلة الزمن

ولا قابلية الناس على اختيار تصرفاتهم على النحو الذى ألفوه. الخطأ كله ينحصر فى النظرية التقليدية عن الزمن، والتي أظهرت تواءمها لأسباب مستقلة، أنه لا يمكن الدفاع عنها أو الاحتفاظ بها.

إذا كان ارتحال الزمن فعلاً مستحيلًا منطقيًا، وبالتالي ستكون المحاكاة الناجمة عن الحقيقة التقديرية مستحيلة بدورها. إذا كان متطلبًا تعليقًا مؤقتًا للإرادة الحرة، سيكون الأمر كذلك فى محاكاة الحقيقة التقديرية لها. تناقضات ارتحال الزمن يمكن التعبير عنها بمصطلحات الحقيقة التقديرية كالآتى: دقة محاكاة الحقيقة التقديرية تكمن، كأقصى ما يمكن فهمه، فى إخلاص البيئة المحاكية لتصوير البيئة المرغوبة فعلاً. البيئة المرغوبة فى حالة ارتحال الزمن هى تلك التى كانت قائمة تاريخياً. ولكن حالما تستجيب البيئة المحاكية، كما يُطلب منها أن تفعل، لمستخدم ركلها، هنا تصبح غير دقيقة تاريخياً لأن البيئة الفعلية لم يسبق لها أن استجابت للمستخدم: فالمستخدم لم يركلها أبداً. على سبيل المثال فلم يسبق أن التقى يوليوس قيصر مع د. جونسون. وبالتالي فإن دكتور جونسون بتصرفه فى اختبار مدى إخلاص المحاكاة بإنشاء حديث مع القيصر، سوف يحطم هذا الإخلاص بإنشاء عدم دقة تاريخية للقيصر. المحاكاة يمكن أن تكون صحيحة بأن تكون "صورة" مخرصة للتاريخ أو أن تستجيب بدقة ولكن لا يمكن أن تكون كليهما معاً. وهكذا يظهر بطريقة أو بأخرى أن محاكاة ارتحال الزمن فى الحقيقة التقديرية غير قادرة بصفة أصلية أو جوهرية، على الدقة، وهى طريقة أخرى للقول بأن ارتحال الزمن لا يمكن محاكاته فى الحقيقة التقديرية. ولكن هل هذا يؤثر فعلاً كعائق لدقة محاكاة ارتحال الزمن؟ عادة فإن تقليد دقة التصرف ليست هى الهدف من الحقيقة التقديرية: المهم هو أن تستجيب بدقة. حالما تبدأ فى ممارسة التنس فى الصالة المركزية لويمبلدون سوف تجعلها تتصرف بطريقة مختلفة عن تصرفها الفعلى. ولكن هذا لا يجعله تصرفاً أقل دقة. على العكس هذا هو المطلوب من الدقة. الدقة فى الحقيقة التقديرية تعنى قرب المحاكاة من التصرف الذى سوف تعرضه البيئة

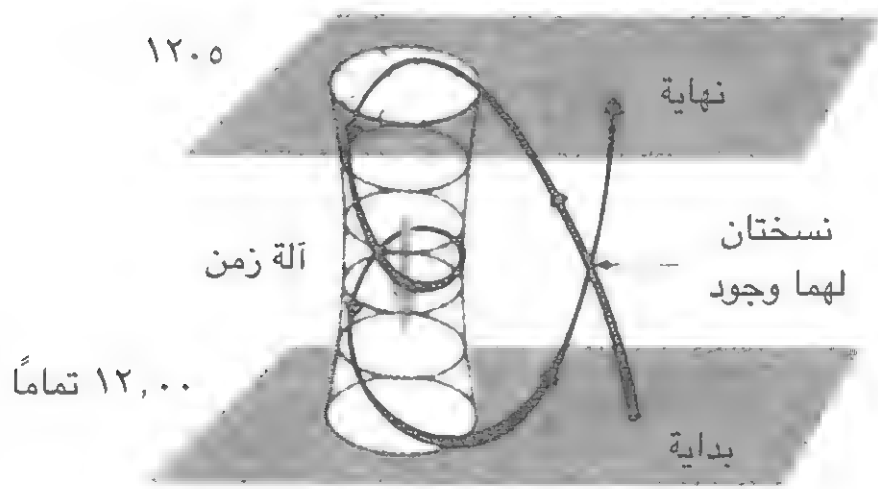
الفعلية لو كنت متواجدا فيها. فقط فى بداية المحاكاة هل ستكون حالة البيئة التى تمت محاكاتها مماثلة للبيئة الأصلية. ولذلك ليست حالة البيئة، ولكن استجاباتها لحركات المستخدم هى التى يجب أن تكون صادقة. لماذا التناقض بالنسبة لمحاكاة ارتحال الزمن وليس لأى محاكاة أخرى، مثلا بالنسبة لمحاكاة السفر العادى؟

يبدو تناقضاً لأنه بالنسبة لمحاكاة الارتحال فى الزمن الموجه للماضى يقوم المستخدم بدور منفرد أو مزدوج، أو دور متعدد. لأنه بسبب الفجوات المتصلة بذلك حيث مثلا واحد أو أكثر من نسخ المستخدم هى من ناحية التأثير المتطلب سوف تحاكي المستخدم بينما تستجيب لحركات المستخدم تزامنياً. على سبيل المثال: دعنا نتخيل أننى المستخدم لمولد حقيقة تقديرية يقوم بمحاكاة برنامج سفر فى الزمن. افترض أننى أدت مفتاح تشغيل البرنامج. فإن البيئة التى حولى هى لمعمل مستقبلى. وفى الوسط هناك باب دوار، مثل تلك الأبواب التى تستخدم فى مقدمة الأبنية الكبيرة، فيما أنه هنا باب معتم ومطوق تماما بأسطوانة معتمدة أيضا. والطريقة الوحيدة للدخول أو الخروج هو مخرج وحيد مقطوع فى جانب الاسطوانة. والباب يدور بصفة مستمرة. ويبدو للوهلة الأولى أن شيئا صغيرا يمكن للمرء أن يفعله مع هذه الميزة وهو الدخول إليه والدوران معه مرة أو مرات ثم يعود مرة أخرى. ولكن فوق المدخل هناك علامة إرشادية تقول "ممر إلى الماضى". إنها آلة زمن، متخيلة للحقيقة التقديرية. ولكن إذا كانت آلة زمن موجهة للزمن الماضى موجودة بالفعل، ستكون كهذه، ولكنها لن تكون نوعا من عربة دخيلة أو غريبة، وإنما نوعاً دخيلاً أو غريباً بالنسبة للمكان. بدلاً من القيادة أو الطيران للماضى، سوف يأخذ المرء ممرا للماضى (ربما مستخدما عربة فضاء عادية) ثم يظهر فى وقت مبكر عما هو فيه الآن حقيقة.

وثمة ساعة حائط معلقة على حائط المعمل المُقلد. تشير مبدئياً إلى أنه وقت الظهيرة. وثمة بعض التعليمات على إسطوانة الدخول. ومع انتهاء قراعتى لها ستكون دقائق خمس قد انقضت بعد الظهيرة، كليهما طبقا لفهمى ولما تشير إليه الساعة المعلقة



على الحائط. تقول التعليمات إنك إذا دخلت الأسطوانة فدر مع الباب الدوار، ثم اظهر، سيكون الوقت في المعمل أبكر بخمس دقائق. دخلت إلى إحدى قمرات الباب الدوار. وإذا مشيت حوله أغلقت القمرة خلفي، وللحظات بعدها وصلت للخروج مرة ثانية، وخرجت. المعمل يبدو هو نفسه ما عدا - ماذا؟ ما الذي أتوقع أن أخبره بعد ذلك؛ إذا كان ذلك يمثل محاكاة دقيقة لارتحال الزمن الموجه للماضي؟



(شكل ١٢-١)

ممر زمكاني مأخوذ عن رحلة مسافر في الزمن

دعني أعود للخلف قليلاً. إنني مع الدخول وجدت زراً عليه بطاقة "تفاعل" و "لا تفاعل" ومبدئياً هو عند "اللا تفاعل" وهذا الوضع لا يسمح للمستخدم بالمشاركة في الماضي ولكن ملاحظته فقط. وبكلمات أخرى لا يمدنا بمحاكاة حقيقة تقديرية للماضي ولكن بتوليد صور عنه.

بهذا الوضع المبسط على الأقل ليس ثمة غموض أو التباس أو تناقض حول الصور التي يتوجب توليدها عندما أبرز من الباب الدوار. إنها صور لى فى المعمل وأنا أفعل ما فعلته عند الظهيرة. ومن بين أسباب عدم الغموض هو أنني أستطيع تذكر تلك الوقائع، حيث أستطيع اختبار هذه الصور من الماضى مع استعادتى الشخصية لما حدث. بتقييد تحليلاتنا إلى بيئة صغيرة مغلقة ولدة قصيرة، سوف نتجنب مشكلة التشابه التي سنجدها فى كيف كان عليه يوليوس قيصر، والتي تمثل مشكلة عن الحدود القصوى فيما يتعلق بعلم الآثار عن أن تكون عن المشكلة الموروثة عن ارتحال الزمن. فى حالتنا هذه يستطيع بسهولة مولد الحقيقة التقديرية أن يحصل على المعلومات التي يحتاجها لتوليد الصور المطلوبة بعمل تسجيلات لكل ما أفعله. ليس تسجيلاً لما فعلته فى الحقيقة الفيزيائية (والتي هى البقاء مستقياً داخل مولد الحقيقة التقديرية) ولكن ما أفعله فى البيئة التقديرية للعمل. وهكذا فإنه فى اللحظة التي برزت فيها من آلة الزمن، فإن مولد الحقيقة التقديرية قد حاكى المعمل بعد خمس دقائق من الظهيرة، ثم بدأ فى إعادة تسجيله لشخصى، بدءاً مما حدث وقت الظهيرة. إنه يجرى هذا التسجيل لى بالرسم المنظورى الذى عليه وضعى الحالى وإلى ماذا أنظر وباستمرار يعيد ضبط الرسم المنظورى على الطريقة المعتادة التي أتحرك بها. وهكذا أرى الساعة تشير إلى الظهيرة مرة ثانية. وأيضاً أرى نفسى السابقة واقفة أمام آلة الزمن أقرأ اللافتة فوق المدخل دارساً للتعليمات فيها ، تماماً كما فعلت منذ خمس دقائق مضت. أراه ولكنه لا يرانى. ولا يهم ما أفعله، ولا أيضاً الصورة المتحركة لى تكون كرد فعل بأى طريقة لوجودى. وبعد قليل تتحرك فى اتجاه آلة الزمن.

إذا حدث أنني شكلت عائقاً للمدخل، فإن صورتى مع ذلك سوف تتجه إليه مباشرة وتدخل فيه، تماماً كما فعلت، لأنها لو فعلت غير ذلك فستكون صورة غير دقيقة أو صحيحة. هناك طرقاً عديدة يمكن بها برمجة مولد صور للتعامل مع حالة عبور شىء مصمت فى موقع المستخدم. مثلاً يمكن أن تمر الصورة خلاله كأنه شبح، أو يمكنها

زحزحة المستخدم بدون مقاومة. وهذا الاقتراح الأخير سيكون أقرب للمحاكاة الصحيحة لأن الصورة حينئذ على حد ما ستكون ملموسة كما بالنسبة لرؤيتها بصريا وليست ثمة حاجة لأي خطر لإصابتي حين تدفعني صورتى جانبا، لأننى بالطبع لست موجودا فيزيائيا هناك. إذا لم يكن هناك سبيل لأن أكون بعيدا عن الطريق، فإن مولد الحقيقة التقديرية يجعلنى أسقط بدون مجهود فى فجوة ضيقة، أو ينقلنى إلى كونى عائداً من الماضى.

ليست فقط صورتى التى لن يكون لدى مزيد من التأثير فيها. لأننا انتقلنا مؤقتا من مولد الحقيقة التقديرية إلى مولد صور، فلن يكون لى أى تأثير على البيئة الجارى تقليدها. لو أن هناك كوب ماء على المنضدة فلن أستطيع التقاطه للشرب منه، كما استطعت من قبل أن أدلف من الباب الدوار للماضى الذى يجرى تقليده. بطلب مشابهة بيئة تفاعل للارتحال الزمنى الموجه للماضى، الذى يدير بفاعلية الوقائع التى حدثت قبل خمس دقائق مضت، فمن الضرورى أن أتخلى عن السيطرة على تلك البيئة. تخليت عن السيطرة، كما كانت، لنفسى السابقة.

وبالنسبة لصورتى داخلا فى الباب الدوار، فإن الوقت الذى تشير إليه الساعة المعلقة على الحائط تصل مرة أخرى إلى خمس دقائق بعد الثانية عشر، ولو أنها عشر دقائق فى التقليد طبقا لإدراكى الشخصى. ما يحدث بعد ذلك يتوقف على ما أفعله. إذا بقيت فقط فى المعمل، فإن مهمة مولد الحقيقة التقديرية التالية ستكون بالضرورة هى وضعى فى الأحداث التى وقعت بعد مرور خمس دقائق من الثانية عشر بتوقيت المعمل. وليس لديه بعد تسجيلا لمثل هذه الأحداث، وليس لدى أيضا أية ذكريات عنها. بالنسبة لى وبالنسبة للمعمل الذى تجرى مشابته وبالنسبة للحقيقة الفيزيائية، فإن هذه الأحداث لم تقع بعد وعليه فإن مولد الحقيقة التقديرية يمكنه استئناف العمل على أنها محاكاة تفاعلية بالكامل. والتأثير الخالص هنا هو أننى قضيت خمس دقائق فى

الماضى دون المقدرة على التأثير فيه، وبعدئذ عدت إلى "الحاضر" الذى خلفته ورائى،  
أى للتتابع من الحوادث التى أستطيع التأثير فيها.

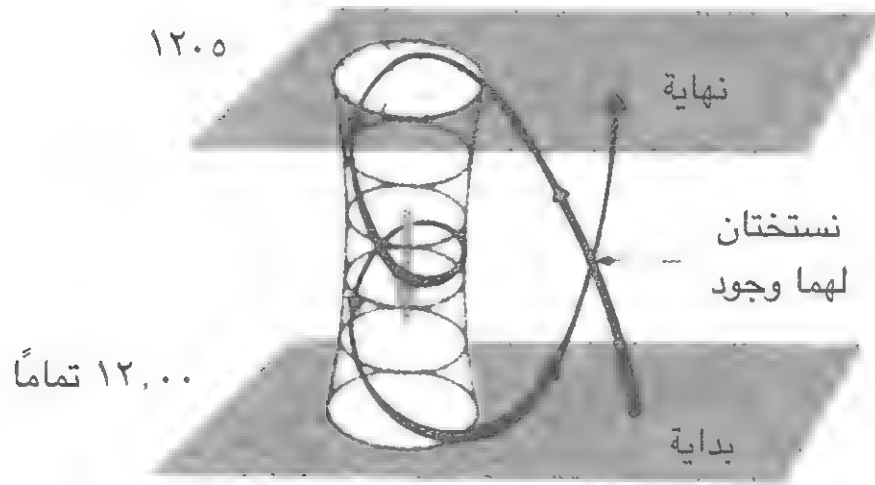
البديل هو أن أتابع صورتى فى آلة الزمن، مسافراً حول الآلة بصورتى ثم الظهور  
أو البروز مرة ثانية فى ماضى المعمل. ما الذى يحدث حينئذ؟ مرة أخرى تشير الساعة  
إلى الظهيرة. الآن أستطيع أن أرى صورتين لنفسى السابقة، واحدة منهما تظهر آلة  
الزمن للمرة الأولى، ولاحظ أنها ليست صورتى أو صورة أى من الأشياء الأخرى. أما  
الصورة الأخرى تظهر فيها الصورة الأولى ولكن ليست صورتى. أستطيع أن أرى  
كليهما. فقط الصورة الأولى التى يمكنها التأثير على أى شىء فى المعمل. هذه المرة،  
ومن جهة نظر مولد الحقيقة التقديرية، فإن شيئاً لم يقع فى لحظة ارتحال الزمن، إنه  
فى حالة زر "اللا تفاعل"، وببساطة مستمر فى إعادة عرض صور الأحداث منذ خمسة  
دقائق سابقة (من وجهة نظرى الشخصية) وقد وصلت هذه الدقائق الخمس إلى اللحظة  
التى أبدأ فيها صورة لنفسى.

وعندما تمر خمس دقائق أخرى، يمكننى مرة أخرى اختيار أن أعود إلى الدخول  
إلى آلة الزمن، فى هذه المرة بصحبة صورتين لى، انظر الشكل (١٢ - ٢). وإذا ما  
كررت العملية فبعد كل خمس دقائق جديدة ستظهر صورة إضافية لى. وكل واحدة  
ستظهر وهى ترى كل السابقات عليها (من خلال خبرتى لها) ولكنها لا ترى أياً من  
التى ستظهر بعدها.

إذا واصلت القيام بنفس التجربة إلى أقصى مدى ممكن، فإن الحد الأقصى  
لالنسخ منى التى يمكن أن توجد سوف يحدّها مولد الصور فى استراتيجيته (لتجنب  
التصادم. دعنا نفترض أنه سيجعلها صعوبة حقيقية أن أعتصر نفسى مع كل صوري  
عبر الباب الدوار. سوف أكون مضطراً حينئذ لأن أفعل شيئاً مغايراً عن السفر خلفاً  
إلى الماضى مع هذه الصحبة. يمكننى الانتظار قليلاً، وأستقل القمرة التالية لهم، فى

مثل هذه الحالة سوف أصل للمعمل بعد لحظة من وصولهم. ولكن هذا من شأنه أن يؤجل مشكلة التزامم في آلة الزمن.

إذا واصلت الدوران في هذه الحلقة فإن كل الشقوق الضيقة في السفر في مدة الخمس دقائق بعد الثانية عشرة سوف يتم ملؤها، وتضطرني لكي أدع نفسي أصل في وقت لاحق حيث لا تكون هناك مزيد من وسائل العودة لتلك الفترة. وهذه خاصية أخرى ستكون لدى آلات الزمن فيما لو وجدت فعلاً فيزيائياً. إنها ليست فقط مواقع بل إنها مواقف لها قدرة نهائية لدعم المرور إلى الماضي.



الشكل (١٢-٢)

تكرار استخدام آلة الزمن

يسمح بتواجد نسخ عديدة للمسافر في الزمن

ونتيجة أخرى تأتي من حقيقة أن آلة الزمن ليست عربة، ولكن أماكن أو ممرات، تتمثل في أن المرء لا يكون كامل الحرية في اختيار أى الأوقات التي يسافر إليها

باستخدامها. وكما أوضح ذلك المثال بأن المرء يمكنه استخدام آلة الزمن للسفر فقط للأوقات والأماكن التي كانت كليهما حائزة للوجود، ولا يستطيع بالتالي السفر إلى وقت لم يكن قد اكتمل فيه بناء الآلة.

مولد الحقيقة التقديرية لديه الآن سجلات لما وقع في المعمل وقت الظهيرة. وخمسة دقائق بعدها. أى واحد الذى سيستكشف أو سيصف التاريخ الحقيقى؟ ليس علينا أن نهتم كثيراً إذا لم تكن هناك إجابة لهذا السؤال، لأنه يسأل عن ما هى الحقيقة فى وضع خبرنا فيه الأمر اصطناعياً من حيث التفاعل معه، جعلنا اختبار د. جونسون غير قابل للتطبيق. ويمكن للمرء أن يناقش أن آخر وجه، والذى صور أكثر النسخ منى، هو وحده الحقيقى، لأن الوجوه السابقة له والتي كان لها تأثير ما أظهرت تاريخ الوقائع من وجهة نظر الناس، الذين من خلال قاعدة اصطناعية تمثله فى عدم التفاعل، قد منعوا من الرؤية الكاملة لما حدث. وبدلاً من ذلك يمكن للمرء أن يناقش أن الوجه الأول للوقائع، الذى يحوى نسخة واحدة منى، هو وحده الحقيقى، لأنه الوحيد الذى خبرته تفاعلياً. النقطة كلها فى مسألة عدم التفاعل، هى أننا نمنع أنفسنا مؤقتاً من تغيير الماضى، وطالما أن الوجوه المتتابعة بعد الأول تختلف عنه، فإنها لا ترسم الماضى أو تصوره. كل ما تصوره هو شخص ما ينظر للماضى بلطف وكياسة عبر مولد عالمى للصور.

والمرء يمكنه أيضاً أن يناقش أن كل الأوجه متساوية من حيث حقيقتها وبعد كل شيء، فهم عندما ينتهون فإننى لن أتذكر تاريخاً وحيداً للمعمل خلال مدة الدقائق الخمس، وإنما عديد من التواريخ. لقد خبرتها على التوالى، ولكنها حدثت - وجهة نظر المعمل ذاته - خلال مدة الخمس دقائق. السجل الكامل لخبرتى تلك يتطلب الكثير من اللقطات للمعمل فى كل لحظة معرفة للساعة، بدلاً من اللقطة الوحيدة المعتادة لكل لحظة - بكلمات أخرى، لقد كان هذا محاكاة لاكوان متوازية. ويتحول هذا التأويل أو التفسير

إلى أن يصبح أقربها للصدق، كما نرى عند محاولة التجربة من جديد مع وضعية الزر "تفاعل".

أول ما أريد قوله بشأن حالة التفاعل، التى أمتلك فيها حريتى فى التأثير على البيئة، إن واحداً من الأشياء التى أستطيع اختيارها لأن تقع هى تلك التى تستتبعها الأحداث التى وصفتها فى حالة عدم التفاعل. أى أننى أستطيع العودة ومواجهة نسخة أو أكثر منى، ومع ذلك (إذا كنت مُمَثِّلاً جيداً بدرجة كافية) أتصرف تماماً كما لو أننى لم أستطع رؤية بعضهم. ومع ذلك لا بد أن أراقبهم بعناية إذا أردت إنشاء ما تستتبعه الوقائع التى حدثت عندما خضت هذه التجربة وزر التفاعل كان مغلقاً. لا بد أن أتذكر ما فعلته النسخ حتى أستطيع أن أفعله فى زيارة لاحقة لهذا الزمن.

فى بداية الأمر عندما رأيت فى البدء آلة الزمن رأيتها على الفور تلفظ نسخة أو أكثر منى. لماذا؟ لأنه فى حالة عمل زر التفاعل، عندما استعملت آلة الزمن بعد خمس دقائق من وقت الظهيرة، سيكون لى الحق فى التأثير على الماضى الذى عدت إليه، وهذا الماضى هو الذى يحدث الآن، عند الظهيرة. وهكذا تكون ذاتى أو ذواتى المستقبلين قد وصلوا ليباشروا استخدام حقهم فى التأثير على المعمل وقت الظهر، والتأثير على وبالذات فى جعلى أراهم.

النسخ منى سيذهبون إلى أشغالهم. خذ فى اعتبارك المهمة الحوسبية بأن مولد الحقيقة التقديرية عليه أن ينفذ محاكاة تلك النسخ. ثمة عامل جديد سيجعل هذا أصعب بكثير مما كان عليه فى حالة عدم التفاعل. كيف لمولد الحقيقة التقديرية أن يجد الذى ستفعله تلك النسخ؟ إنه ليس لديه بعد أية تسجيلات لتلك المعلومات، لأنه فى الوقت الفيزيائى كان انعقاد المجموعة قد بدأ على التو. وبعد عليه - وفورياً - أن يمثلنى وأنا أحاكى مستقبلى.

وطالما أنا عازم على الادعاء بأننى لا أستطيع رؤية هذه المحاكيات، وبالتالي تقليد ما أراه مما يفعله، سوف لا يكونون ذاتيين بالنسبة لاختبار ضيق جدا للصحة أو الدقة. سوف يحتاج مولد الحقيقة التقديرية فقط أن يجعلهم يفعلون أى شىء، أى شىء مما قد أفعله؛ وأكثر تحديدا: أى سلوك أنا قادر على تقليده. ولوجود التقنية التى نفترض أن مولد الحقيقة التقديرية سيقوم بناء عليها، يمكننا أن نفترض أنه لن يستمر فى سريان قابلياته. إن لديه نموذج رياضى دقيق لجسدى. ودرجة من الدخول المباشر لدماغى. يمكنه استخدام كليهما لحساب السلوك الذى يمكننى تقليده، ومن ثم تكون لديه محاكاة مبدئية لى وأنا أقوم بهذا السلوك.

وهكذا أبدأ تجربتى برؤية بعض النسخ منى تبرز من الباب الدوار وهى تفعل شيئا ما. فأتظاهر بأننى لا أراه، وبعد خمس دقائق أذهب حول الباب الدوار بنفسى مقلدا ما شاهدته قبلاً لما كانت تفعله أول نسخة. وبعد خمس دقائق أخرى أذهب للباب الدوار مرة أخرى وأقلد ما فعلته النسخة الثانية. وهلم جرا.. وفى أثناء ذلك، ألاحظ أن واحدة من النسخ تكرر دائما ما كنت قد فعلته فى الدقائق الخمس الأولى. وفى نهاية تعاقب السفر فى الزمن، سيكون لدى مولد الحقيقة التقديرية عدة تسجيلات لما حدث فى الخمس دقائق التالية لوقت الظهيرة. وفى هذه المرة ستكون تلك التسجيلات متطابقة. وبكلمات أخرى فإن تاريخاً واحداً قد وقع أى أننى تقابلت مع ذاتى المستقبلية لكنى أتظاهر بأننى لم ألاحظ ذلك. وبعد ذلك أصبحت ذاتى المستقبلية مسافرة إلى الوراء فى الزمن لمقابلة نفسى الماضية، وهو الأمر الذى لم تتم ملاحظته بوضوح. كل هذا ملائم وغير متناقض وأيضاً غير عملى. لقد قمنا به أنا ومولد الحقيقة التقديرية ونحن مرتبطان بلعبة صعبة أو معقدة وذات مرجعية نتقاسمها معا. لقد كنت أقلدها بينما هى تقلدنى. ولكن مع وضع التشغيل لزر التفاعلات العادية لم أكن لأختار القيام بهذه اللعبة.



لو أن لى مدخلاً فعلياً لمولد الحقيقة التقديرية لارتحال الزمن، فبال تأكيد سوف أكون راغباً فى اختبار مدى الوثوق بالمحاكاة فى الحالة التى نناقشها، فإن الاختبار سيبداً حالما أرى النسخ منى. وبعيداً عن تجاهلها، سوف أغريهم بالاشتراك فى محادثة. أنا مزودٌ بأكثر مما لدى دجونسون فى اختبار يوليوس قيصر لاختبار مصداقيتهم. ولاجتيان هذا الاختبار المبدئى. الوجه المحاكى منى سيكون بنجاح كائنات اصطناعية ذكية - والأكثر من ذلك سيكون أكثر شبهاً بى على الأقل فى استجاباتهم لمحفز خارجى لدرجة أنهم سيقنعوننى بأنهم يمثلون محاكيات دقيقة لما سأكون عليه بعد خمس دقائق من الآن. على مولد الحقيقة التقديرية أن يجرى برامج مشابهة لتعقيد عقلى وبما يرضينى أو يقنعنى. ومرة أخرى فإن صعوبة كتابة مثل هذه البرامج هى بالأمر الذى يعنينى هنا. نحن نبحث الحقيقة التقديرية لارتحال الزمن وليس فيها بالذات. لا يهم من أين يحصل مولد الحقيقة التقديرية الافتراضى على برامجها، لأننا نسأل عما إذا كانت كل مجموعة البرامج الممكنة تحتوى أو لا تحتوى على واحد يحاكي بدقة ارتحال الزمن. ولكن مولدنا للحقيقة التقديرية يملك - من حيث المبدأ - الوسائل التى تمكنه من اكتشاف كل الطرق الممكنة لسلوكى فى المواقف المختلفة. تلك المعلومات متموضعة فى مكان ما من عقلى الفيزيائى ويمكن بكفاءة وبمقاييس دقيقة قراءتها من حيث المبدأ. واحدة من هذه الطرق (ربما تكون غير مقبولة) لفعل ذلك هو أن يدفع مولد الحقيقة التقديرية عقلى للتفاعل، فى الحقيقة التقديرية، من خلال اختبار للبيئة، وتسجيل سلوكها، وتخزينه فى حالته الأصلية، ربما بإعادة تشغيله للخلف. والسبب فى أن هذه الطريقة ستكون غير مقبولة هو أننى سأفترض مرورى بخبرة هذا الاختيار للبيئة ولو أننى لن أستعيده بعد ذلك، أنا أريد لمولد الحقيقة التقديرية أن يعطينى الخبرة التى حددتها وليس أشياء غيرها.

على أية حال فإن ما يهمنا للغرض الحالى، هو هذا، وطالما أن عقلى هو موضوع فيزيائى فإن مبدأ تورنج يقول إنه ضمن إعادة العرض لأى مولد حقيقة تقديرية عام.

وعلى ذلك فإن من الممكن - من حيث المبدأ - لنسخة منى أن تجتاز اختبار عما إذا كانت تشابهنى بدقة. ولكن هذا ليس هو الاختبار الوحيد الذى أريد تنفيذه. أساسا أنا أريد اختبار ما إذا كان ارتحال الزمن نفسه قد تمت محاكاته بشكل يوثق به. وعند هذه النهاية أريد أن أجد ليس فقط إذا ما كان هذا الشخص هو أنا بشكل يعتد به، ولكن عما إذا كان فعلاً أتياً من المستقبل بشكل يمكن الوثوق به. جزئياً يمكن اختبار ذلك عن طريق توجيه أسئلة إليه. يجب أن يقول إنه يتذكر أنه كان فى موضعى منذ خمس دقائق مضت، وأنه سافر حول الباب الدوار وتقابل معى. وسوف أجد أنه أيضا يختبر مصداقيتى. لماذا سيفعل ذلك؟ لأن أكثر الطرق صرامة ومباشرة التى يمكن بها اختبار مشابته لذاتى المستقبلية ستكون الانتظار حتى أدخل فى آلة الزمن: أولاً، عما إذا كانت هذه النسخة منى والتى وجدتها هناك، تسلك كما أتذكر أننى سلكت، وثانياً: عما إذا كان سلوكى كما أتذكره من سلوك النسخة.

فى كل من هاتين الحالتين فإن المحاكاة ستفشل فى اجتياز الاختبار! فى أول وأبسط محاولة للتصرف بشكل مختلف عن الطريقة التى أتذكرها من سلوك النسخة، سوف أنجح وسوف يكون من السهل جعله يسلك بطريقة تختلف عن تلك التى أسلكها: كل ما على فعله هو أن أسأله: أى من النسخ هو أنا، ولو أنى مكانه لما كنت سألت، كما أنه ليست ثمة إجابة مميزة لهذا. وعلى ذلك فمهما كانت مشابتههم جداً لمظهرى وشخصيتى، فإن هؤلاء الظاهرين أو البارزين توا من آلة الزمن للحقيقة التقديرية لن يكونوا محاكين لما سأكون عليه بعد قليل وبطريقة قابلة للوثوق بها. ولا يجب أن يكونوا كذلك بعد كل شىء، ولدى الميل الحاد لنأى أسلك مثلما يفعلون حين يحل دورى لاستخدام آلة الزمن، وطالما يسمح لى الآن مولد الحقيقة التقديرية أن أتفاعل مع البيئة التى تجرى محاكاتها، فليس هناك ما يمنعنى من تنفيذ ما انتويت عليه.

دعنى أخص الأمر. كما تبدأ التجربة بمقابلتى لشخص أتعرف عليه على أنه أنا، بعيداً عن الفروق البسيطة. فهذه الفروق تشير بتماسك على أنه من المستقبل: أنه يتذكر

المعمل فى حالته أثناء الخمس دقائق التالية للظهيره، وهو بالنسبه لما أشاهده لم يقع بعد. هو يتذكر موضعه فى هذا الوقت ماراً من الباب الدوار ووصوله عند الظهيره. ويتذكر قبل كل ذلك بداية تجربته فى وقت الظهيره ورؤيه الباب الدوار لأول مره، ورؤيه نسخ منه تبرز أمامه. ويقول لقد حدث هذا منذ خمس دقائق، بالنسبه لإدراكه الشخصى، بينما بالنسبه لإدراكى أنا فالتجربه لم يمض عليها الدقائق الخمس بعد. وهكذا. ورغم اجتيازه هذه الاختبارات على كونه وجها من الوجوه المحددة لى فى المستقبل فهو بعد ليس مستقبلى القابل لإقامة الدليل عليه. عندما اختبر كونه بالضبط الشخص الذى سأكونه، فإنه يفشل فى هذا الاختبار. ويشبه ذلك قوله لى إننى لم أنجح فى اختبار كونى شخصيته الماضيه طالما لا أقوم بالضبط بما يتذكر أنه فعله.

وهكذا حالما أسافر إلى ماضى المعمل، أجد أنه ليس نفس الماضى الذى خرجت منه توا. بسبب تفاعلها معى فالنسخة منى التى سأجدها هناك لا تتصرف بالضبط على النحو الذى أتذكر أننى سلكته. ولذلك فإنه إذا كان لمولد الحقيقة التقديرية أن يقوم بتسجيل كل ما حدث أثناء تتابع أو تعاقب رحلته، فسيقوم مرة أخرى بتخزين عدة لقطات لكل لحظة طبقاً لساعة حائط المعمل. وبكلمات أخرى ستكون هناك عدة تواريخ متوازية ومميزة للمعمل خلال مدة الخمس دقائق التى استغرقتها الرحلة. ولقد خبرت كلا من هذه التواريخ ولكن هذه المرة خبرتها جميعاً بشكل تفاعلى، وعليه فليس ثمة أعذار أو أسباب للقول بأن أى تاريخ منهم أقل حقيقية من الآخرين. وهكذا فإن ما تمت محاكاته هنا هو متعدد أكوان صغير. ولو كان هذا هو الوقت الفيزيائى للرحلة، فإن تعدد اللقطات لكل لحظة سيكون ممثلاً للأكوان المتوازية. ولوجود المفهوم الكمى للزمن فلن يتسبب ذلك فى دهشتنا. نحن نعرف أن اللقطات التى راكمت نفسها تقريباً فى لحظة من التتابع الزمنى خلال تجربتنا اليومية هى فى الحقيقة للأكوان المتوازية. ونحن فى العادة لا نُخبر الأكوان المتوازية الأخرى الموجودة فى ذات الوقت، ولكن لدينا سبباً

معقولا للإيمان بأنها موجودة هناك. وهكذا إذا وجدنا طريقة ما، والتي لم تتحدد بعد، للسفر إلى أوقات مبكرة، لماذا نتوقع أن هذه الطريقة بالضرورة ستأخذ كل نسخة منا للقطعة المعينة التي سبق أن اختبرتها هذه النسخة؟ لماذا علينا أن نتوقع أن كل زائر يفد إلينا من المستقبل سوف ينهمر فوقنا من لقطات المستقبل المعين الذي سنجد أنفسنا فيه أخيراً؟ فعلاً لا يجب أن نتوقع ذلك إذ أن طلبك بأن يسمح لك بالتفاعل مع البيئة الماضية المحاكية يعنى طلبك أن تغيرها، والتي تعنى، بالتعريف، طلبك أن تكون فى لقطات مختلفة عن تلك التى تتذكرها (أو ربما تكون متطابقة مع نفس اللقطات)، فقط فى أقصى ما استنبطته فى المناقشة السالفة، حيث لا يكون هناك تفاعل فعال بين النسخ التى تقابلت معها، وعندما يجعل مولد الحقيقة التقديرية كل التواريخ المتوازية المخزنة كاملة التتابع.

الآن دعنى أخضع آلة للحقيقة التقديرية الزمنية للاختبار النهائى. دعنى أرتب الأمر بحيث أصل عمداً لتناقض. لقد شكلت رغبتى الراسخة فى السالف على هذا النحو: سأحلل ذلك إذا كانت نسخة من اللواتى برزن من آلة الزمن وقت الظهيرة، إذن لن أدخل الآن بعد خمس دقائق من الظهيرة، وبالطبع فى أى وقت أثناء التجربة. ولكن إذا لم تظهر أى نسخ، فسوف أدخل آلة الزمن بعد خمس دقائق من الظهيرة وأظهر فيها عند الظهيرة وحينئذ لن أستخدمها مرة أخرى. والذي حدث؟ هل سيظهر أحد من آلة الزمن أم لا؟ نعم ولا! هذا يعتمد على أى كون هو الذى أخذناه فى الاعتبار. تذكر أن أكثر من شىء واحد قد وقع بالعمل عند الظهيرة. أفترض أننى لم أر أحدا يبرز من آلة الزمن وأنها تشير إلى وضعية "أبدأ" كما فى يمين الشكل (١٢ - ٣) وأننى وبإعمال رغبتى الراسخة، انتظرت مرور خمس دقائق بعد الظهيرة ثم تمشيت حول الباب الدوار الذى أصبح مألوفاً الآن، خرجت منه عند الظهيرة. سأجد بالطبع وجهها من وجوهى واقفا عند نقطة "البدء" فى يسار الشكل (١٢ - ٣). وكما تحدثنا سنجد أنه وأنا قد شكلنا نفس الرغبة. لذلك ولأنى برزت فى كونه هو فسوف يسلك بطريقة تختلف عن

سلوكي. وبإعمال نفس الرغبة التي لدى فسيقوده هذا إلى عدم استخدام آلة الزمن. ومنذ هذه اللحظة يمكننا أنا وهو أن نتفاعل ونستمر في هذا التفاعل طوال مدة استمرار المحاكاة حينئذ سيكون هناك وجهان منى وجه فى هذا الكون ووجه فى الكون الذى أتيت منه وسيظل المعمل خاويا بعد خمس دقائق من الظهيرة لأننى لم أعد أبدا إليه. لم نواجه أى تناقض هنا. كل من وجهينا قد نجح فى ممارسة رغبتنا المشتركة - التى لذلك لم تكن، بعد كل شيء، غير قابلة منطقيا للقيام بها.

ولكن أنا الأخرى فى هذه التجربة قد خاضت تجربة مختلفة. لقد رأى شخصاً ما يبرز من آلة الزمن عند الظهيرة بينما لم أراه أنا. تجاربنا لا بد أن تكون متساوية فى إخلاصها لما انتوينا عليه ومتساوية فى عدم التناقض، إذا ما تبادلنا الأدوار. بمعنى أننى أستطيع أن أراه بارزاً من آلة الزمن عند الظهيرة وبالتالى لا أستخدمها أنا. وفى هذه الحالة يكون كلانا قد انتهى فى الكون الذى بدأت أنا منه. فإنه فى الكون الذى بدأ هو منه يظل المعمل خالياً.



الشكل (١٢ - ٣)

ممرات متعددة لمسافر فى الزمن يحاول إحداث تناقض

أى من هاتين الإمكانيتين المتناسبتين سيرينى إياها مولد الحقيقة التقديرية؟ خلال هذه المحاكاة الجوهرية لعملية التعددية، لعبت دوراً واحداً من نسختي اللتين بينها قام البرنامج بمحاكاة النسخة الأخرى. فى بداية التجربة بدت النسختان متطابقتين (ولو أنهما مختلفتان من ناحية الحقيقة الفيزيائية لأن واحدة منهما فقط متصلة بعقل وجسد فيزيائى خارج البيئة المحاكية) ولكن من حيث الوجه الفيزيائى للتجربة - إذا ما كانت آلة الزمن موجودة فيزيائياً - فإن كلا من الكونين يشتمل على نسختين منى سوف يلتقيان واللّتين كانتا فى البداية متطابقتين بصرامة، وكلاهما متساو فى كونهما حقيقتين. وليس ذا معنى أن نسال أى نسخة منا ستخوض أى من التجربتين طالما أننا متطابقان فليس هناك محل لـ "أى منا". الأكوان المتوازية لا تخفى أرقاماً متسلسلة: إنها تتميز فقط بما يحدث فيها. وعليه فإن محاكاة كل ذلك لصالح نسخة واحدة منى، يعنى أن يقوم مولد الحقيقة التقديرية لأجلى بإعادة إنشاء تأثير الوجود فى نسختين متطابقتين واللّتين أصبحتا مختلفتين ولكل منهما تجربة مختلفة. قد يحدث هذا حرفياً لو تم بطريقة عشوائية حيث تتساوى فرص الإمكانيات، أى من الأدوار ستلعب (وعلى ذلك وبناء على رغبتى المسبقة أى الأدوار سألعب). للاختيار العشوائى لأى الوسائل فى رهان عملة إلكترونية خالية بوضوح من العيوب. وهى تلك العملة التى تظهر وجوه "الصورة" فى نصف الأكوان التى روهم فيها عليها، ووجوه "الكتابة" فى النصف الآخر من الأكوان وهكذا ففى نصف هذه الأكوان سألعب دوراً واحداً، والدور الآخر فى النصف الثانى. هذا بالضبط ما سيحدث مع آلة زمن حقيقية.

لقد رأينا أن قابلية مولد الحقيقة التقديرية على محاكاة ارتحال الزمن تعتمد على امتلاكه معلومات تفصيلية عن حالة المستخدم العقلية. وهذا يثير العجب ولو لفترة من كوننا تجنبنا التناقض بنجاح. إذا كان مولد الحقيقة التقديرية يعلم مسبقاً ما أنوى فعله، فهل أنا فعلاً حر فى تنفيذ ما أختاره من الاختيارات؟ نحن لسنا بحاجة لسؤال أعمق هنا عن طبيعة هذه الإرادة الحرة. أنا حر بالطبع فى فعل ما أشاء فى هذه

التجربة، بمعنى أى طريقة ممكنة قد اختارها فى رد الفعل إزاء الماضى المشابه - بما يشتمله من العشوائية، إذا أردت لمولد الحقيقة التقديرية أن يسمح بأن يكون رد فعلى على هذا النحو. وكل البيئات التى أفاعل معها ستتأثر بما أفعله، وأن رد فعلها إزائى سيكون هو بالضبط كما لو أن آلة الزمن ليست موجودة هناك.

والسبب فى أن مولد الحقيقة التقديرية سيحتاج معلومات عن دماغى، ليس ليتنبأ بتصرفاتى، وإنما ليحاكى أقرانى من الأكوان الأخرى. مشكلته تتحصل فى أنه فى الوجه الحقيقى لهذا الوضع سوف تكون هناك نظائر لى فى الأكوان المتوازية، مبدئياً متطابقون، يملكون نفس النوازع مثلى ويأخذون نفس القرارات (وأبعد من ذلك فى التعددية سوف يكون هناك من هم مختلفون فى وضعية التجربة ولكن آلة الزمن سوف لن تتسبب أبداً فى التقابل مع تلك الأوجه). إذا كان ثمة طرق أخرى لمحاكاة هؤلاء الناس النظائر، فإن مولد الحقيقة التقديرية لن يحتاج أية معلومات عن رأسى، ولن يحتاج إلى الوسائل الاستثنائية للحوسبة التى تخيلناها. على سبيل المثال لو أن بعض هذه النظائر كانوا قادرين على مشابهتى لدرجة ما من الدقة (بعيدا عن المساهمات الخارجية كالمظهر ونغمة الصوت التى تعد كتوافه أو من قبيل التوافه بالنسبة للمحاكاة) إذن فإن مولد الحقيقة التقديرية سيراهم وهم يتصرفون طبقاً لقواعد نظائرى فى الأكوان المتوازية، ومن ثم يحاكى ارتحال الزمن إلى هذه الدرجة من الدقة أو الصحة.

وآلة زمن حقيقية لن تواجه مثل هذه المشاكل. إنها سوف ببساطة تمدنا بممرات على الطريق والتى سنقابلها أنا ونظائرى - الذين يحوزون صفة الوجود بالفعل. ولن تقيد لا سلوكنا ولا رغباتنا عندما نتقابل مع هذه الممرات. والطرق التى ستتصل بها هذه الممرات مع بعضها - أى التى ستقود إليها آلة الزمن من لقطات - سوف تتأثر بحالتى الفيزيائية بما فيها حالة عقلى. وهذا لا يختلف عن الوضع الطبيعى، والذى تنعكس عليه نزعتى للسلوك بطرق متنوعة، تؤثر على ما يحدث. الفرق الكبير بين هذا

وبين تجربتنا اليومية يتمثل في أن كل نسخة منى يتواجد فيها بالقوة تأثير كبير على الأكوان (من خلال السفر إليها).

هل قابلية السفر إلى ماضى الأكوان الأخرى وليس كوننا، يعنى شيئاً حقيقة لارتحال الزمن؟ هل هو فقط السفر وسط الكون هو الذى له معنى أكثر من المقصود بارتحال الزمن؟ لا. العمليات التى كنت أصفها هى حقيقة ارتحال للزمن. أول كل شىء، إنها ليست حالة أننا لا نستطيع السفر إلى لقطة كنا فيها بالفعل. لو أعددنا الأمر بطريقة صحيحة سنستطيع. وبالطبع لو غيرنا أى شىء فى الماضى - لو جعلناه مختلفاً عما كان عليه فى الماضى الذى أتينا منه - سوف إذن نجد أنفسنا فى ماضٍ مختلف. بارتحال الزمن "المكتمل النمو" سوف يسمح لنا بتغيير الماضى. وبكلمات أخرى سيسمح لنا بجعل الماضى مختلفاً عن الطريقة التى نتذكر أنه كان عليها (فى هذا الكون). هذا يعنى شيئاً مختلفاً عن ما كان عملياً، فى اللقطات التى لم نصل إليها لتغيير أى شىء. وهذا يتضمن، بالتعريف، اللقطات التى نتذكر أننا كنا فيها.

وعلى هذا فإن الرغبة فى تغيير لقطات معينة، وهى التى أظهرنا مرة أنها لا تفيد أى معنى. ولكن هذا ليس له أى شأن مع ارتحال الزمن. إنه بلا معنى ذلك الذى تستنبطه مباشرة من النظرية التقليدية عن تدفق الزمن. تغيير الزمن يعنى اختيار تلك اللقطات الماضية التى تريد التواجد فيها، وليس تغيير لقطات بعينها إلى لقطات أخرى. وبهذا المعنى لا يختلف تغيير الماضى من تغيير المستقبل، وهو ما نفعله طوال الوقت. حالما نأخذ اختيار ما فنحن نغير المستقبل: نغيره عما كان سيؤول إليه الحال لو كان اختيارنا مختلفاً. مثل هذه الفكرة ستفقد فيزياء الزمكان التقليدية أى معنى بمستقبلها الوحيد السابق التحديد من خلال الحاضر. وإنما تجعل معنى لفيزياء الكم. عندما نتخذ اختياراً نحن نغير المستقبل عما كان سيؤول إليه فى أكوان تختلف فيه اختياراتنا. ولكن ليس ثمة حالة لتغيير أية لقطة مستقبلية، إنما لن يمكنها التغير. تغير المستقبل



يعنى اختيار أى اللقطات سنكون فيها، تغيير الماضى يعنى بالضبط نفس المعنى. وبسبب عدم وجود تدفق للزمن فليس ثمة أشياء مثل تغيير لقطات ماضية بعينها مثل تلك التى يتذكر المرء أنه كان فيها. ومع ذلك إذا استطعنا بطريقة ما التحصل على اتصال فيزيائى بالماضى لن يكون هناك سبب لئلا نستطيع تغييره بنفس المعنى الذى نغير فيه المستقبل، بمعنى اختيار اللقطات المختلفة عن تلك التى كنا سنكون فيها لو أن اختياراتنا اختلفت.

المناقشة من خلال مساعدة الحقيقة التقديرية لفهم ارتحال الزمن، ذلك أن مفهوم الحقيقة التقديرية يتطلب أخذ "الوقائع المواجهة للحقائق" مأخذ الجد، ولذا فإن مفهوم متعدد الأكوان الكمى للزمن يبدو طبيعياً عندما يحاكي فى الحقيقة التقديرية. برؤية ارتحال زمن موجه للماضى ضمن إعادة العرض لمولد عالمى للحقيقة التقديرية سوف نعلمنا أن فكرة ارتحال الزمن متوجها للماضى تعنى معنى تاماً. وليس ذلك كالقول بأنه ممكن التحقيق فيزيائياً بالضرورة. وبعد كل شيء فإن آلات سمردية متحركة بأسرع من الضوء وأشياء عديدة أخرى غير ممكنة فيزيائياً سوف تكون ممكنة فى الحقيقة التقديرية. لا يهم بالنسبة للحقيقة التقديرية إمكانية إثبات أن عملية معينة مسموح بها من قبل قوانين الفيزياء (ولو أنه يمكن إثبات العكس، إذا ما وصلنا إلى النتيجة العكسية، إنها ستنطبق عبر مبدأ تورنج، بأن ارتحال الزمن لا يمكنه أن يحدث فيزيائياً) وعليه فما الذى تقوله لنا استنتاجات آلة للحقيقة التقديرية الزمنية عن الفيزياء؟

إنها تقول لنا ماذا سيكون عليه ارتحال الزمن إذا حدث. إنها تقول لنا إن الزمن الموجه للماضى سيكون عملية لا مهرب لها من أن تكون ضمن أكوان متصلة ومتفاعلة مع بعضها. والمشارك فى مثل هذه العملية سوف يسافر بصفة عامة من كون إلى كون آخر حينما يكون مسافراً فى الزمن. وبالتحديد كيف ستكون الأكوان متصلة، فإن هذا سيعتمد على الحالة العقلية للمشارك، من بين أشياء أخرى سيعتمد عليها.

وهكذا لكي يكون هناك سفر في الزمن، فلا بد أن تكون هناك تعددية أكوان - ومن الضروري أن قوانين الفيزياء التي تهيمن على متعدد الأكوان تؤدي إلى ما يلي: في وجود آلة زمن ومسافرين محتملين في الزمن تصبح الأكوان متصلة مع بعضها بالطريقة التي وصفتها، وليس بأي طريقة أخرى. وعلى سبيل المثال: إذا كنت لن استخدم آلة الزمن فلن تظهر أوجه لي مسافرة في الزمن عبر اللقطات، بمعنى عدم وجود أكوان أخرى يمكن فيها لتلك الأوجه أن تستخدم آلة زمن، ومن ثم يمكن للأكوان أن تتصل بكوني. وإذا كنت بالتأكيد سأستخدم آلة الزمن، فسيصبح كوني متصلاً بالأكوان الأخرى التي فيها سأستخدم مؤكداً آلة الزمن. وإذا ما أردت أن أنشيء دوراً لتناقض، إذن وكما رأينا، سيكون كوني متصلاً بكون آخر توجد فيه نسخة مني لديها نفس النية، ولكن مع هذه النية ينتهي الأمر بأن هذه النسخة تتصرف بطريقة مغايرة لتصرفي. ومن الملحوظ، أن ذلك بالتحديد ما تنبأت به نظرية ميكانيكا الكم. وباختصار فإن النتيجة أنه إذا كان يوجد ممر للماضي، فسيكون المسافرين إليه أحراراً في التفاعل مع بيئتهم التي سافروا إليها بنفس الطريقة لو أن هذا الممر لم يقودهم إلى الماضي. وليس ثمة حالة يستطيع فيها ارتحال الزمن أن يكون متماسكاً، أو يضع فيها قيوداً خاصة على سلوك المسافرين في الزمن.

هذا يتركنا مع سؤال عما إذا كان ممكناً فيزيائياً لمثل هذا الممر للماضي أن يوجد. وكان هذا السؤال محلاً لكثير من الأبحاث، وما زال محلاً للخلاف ويثير الجدل بين الكثيرين. ونقطة البداية المعتادة في هذا هي مجموعة المعادلات التي يتشكل منها الأساس التنبؤي لنظرية أينشتاين عن النسبية العامة، وهي النظرية الشائعة كأحسن نظرياتنا عن الزمان والمكان. وهذه المعادلات المعروفة بـ "معادلات أينشتاين" لها عدة حلول، كل منها يصف شكل رباعي الأبعاد ممكن للمكان، والزمان، والجاذبية. معادلات أينشتاين هذه بالتأكيد تسمح بوجود ممر للماضي، كما أكتشفت عدة حلول تتعلق بهذه الخاصية.

ولكنه وحتى عهد قريب جرى العرف على مثل تلك الحلول بشكل جماعي. ولم يكن هذا أبداً لأي سبب ظهر من النظرية نفسها، ولا من أي جدل حول الفيزياء. ولكن بسبب وقوع الفيزيائيين تحت تأثير الانطباع بأن "ارتحال الزمن" سوف يقودنا إلى تناقضات وبالتالي لا بد أن تكون حلول معادلات أينشتاين تلك غير فيزيائية. هذا الذي يمكن أن نسميه "التخمين الثاني" يذكر بما حدث في السنوات الباكورة للنسبية العامة، عندما كانت الحلول التي تصف "الانفجار الكبير" و "الكون المتمدّد" مرفوضة من أينشتاين نفسه حتى أنه حاول أن يغير من المعادلات بحيث تصف كوناً مستقراً بدلاً من ذلك. ومتأخراً هو نفسه أشار إلى ذلك كأكبر أخطاء حياته وكان التمدد قد تم إثباته تجريبياً بمعرفة الفلكي الأمريكي أدوين هابل (\*) Edwin Hubble وبالمثل فإنه لسنوات عديدة رُفضت النتيجة التي توصل إليها الفلكي الألماني كارل شوارتز تشيلد (\*\*) Karl Schwarzschild والتي كانت أول من وصفت "الثقوب السوداء" لقد تم رفضها، على سبيل الخطأ، بدعوى أن ظاهرة مثل وجود منطقة يصعب بل يستحيل من حيث المبدأ الهروب منها ، وأن قوى الجاذبية بتركيزها اللانهائي هي ظاهرة مضادة للحدس. الرؤية السائدة اليوم أن الثقوب السوداء موجودة، وأن لها بالفعل الخواص التي تنبأت بها معادلات أينشتاين.

---

(\*) أدوين هابل Edwin Powell Hubble (١٨٨٩ - ١٩٥٣) فلكي أمريكي، ويعد مؤسساً لفلك ما وراء المجرات وهو أول من أوجد دليلاً على تمدد الكون، كما أن له قانون يعرف حالياً بـ "قانون هابل" (يصل إلى ١٥٠ كم في الثانية لكل مليون سنة ضوئية) والذي يتصل بالعلاقة بين بُعد المسافة بين المجرات وسرعتها فهي كلما ابتعدت زادت سرعتها حتى تصل إلى مثل هذا الثابت. (المترجم)

(\*\*) كارل شوارتز تشيلد Karl Schwarzschild (١٨٧٣ - ١٩١٦) وهو فيزيائي ألماني شهير، ويلقب بأبي الفيزياء الفلكية، وكان أشبه بالطفل المعجزة حيث إنه وهو لم يتعد بعد السادسة عشر من العمر ظهر له بحث منشور عن "المدارات الفلكية"، كما حصل على الدكتوراه الخاصة به عام ١٨٩٦ عن نظريات بوانكاريه. (المترجم)

وإذا أخذنا الأمر حرفياً، فإن معادلات أينشتاين تتنبأ بأن السفر للماضى يمكن فى أشياء تدور مغزاليا بسرعة شديدة، مثل الثقوب السوداء، إذا ما تحركت بشكل لولبى وبسرعة كافية وفى ظروف أخرى معينة. ولكن كثيراً من الفيزيائيين أبدوا شكوكهم فى أن تكون هذه التنبؤات عملية. ليس ثمة ثقوب سوداء تدور بسرعة كافية نعرفها، كما ثار الجدل (بشكل غير حاسم) حول أنه يستحيل أن تقيم هذا الشيء اصطناعياً. لأن أى مادة سريعة اللولبية يُقذف بها ربما بعد إلقائها سيتعذر عليها دخول الثقف الأسود. المتشككون ربما يكونون على حق، ولكن طالما أن مقاومتهم لقبول إمكانية ارتحال الزمن تقوم على معتقد أن ارتحاله سيؤدى إلى تناقضات، فإن ذلك لم يبرر ولا يبرئهم من الخطأ.

وحتى بعد أن تصبح معادلات أينشتاين مفهومة تماماً، فإنها لن تمدنا بأجوبة حاسمة عن موضوع ارتحال الزمن. النظرية النسبية العامة ظهرت قبل نظرية الكم وإن لم تكن منسجمة معها تماماً. ولا أحد قد نجح بعد فى تشكيل وجه كمي مرضى لها، أى نظرية كمية للجاذبية. وعليه فإنه طبقاً للمناقشات التى قدمتها، فإن التأثيرات الكمية ستهيمن على حالات السفر فى الزمن. وجوه أخرى لنظرية الجاذبية الكمية مرشحة فقط للسماح بالزمن الموجه للماضى لأن يوجد فى متعدد الأكوان، وهى أيضاً تتنبأ بأن مثل هذه الصلات تتشكل باستمرار وتقتحم العفوية. هذا يحدث فى الزمان والمكان، وإنما فقط على المستوى التحت ميكروى. الممر النموذجى الذى يتشكل عبر هذه المؤثرات عرضه  $10^{-10}$  متر، يبقى مفتوحاً لواحد زمن بلانك (حول  $10^{-43}$  ثانية، أى أنه يصل فى الماضى فقط إلى زمن قدره ١ بلانك).

ارتحال الزمن موجه للمستقبل، الذى يتطلب أساساً صواريخ كفاءة، هى على مسافة معقولة ولكن موثوق من تحقيقها تقنياً فى المدى المنظور. الزمن الموجه للماضى، الذى يتطلب التعامل مع الثقوب السوداء، أو أى شيء عنيف جاذبياً وممزق لنسيج الزمان والمكان، سيكون قابلاً لأن يكون عملياً فى المستقبل النائى البعيد، إذا ما

حدث أصلاً. في الوقت الحالي نحن لا نعرف قوانين فيزيائية تحكم الارتحال للزمن موجهاً للماضي، بل العكس، إنها تجعل منه غير قابل للتصديق أو الدفاع عنه. الاكتشافات المستقبلية في الفيزياء الأساسية ربما تغير من ذلك. ربما نكتشف أن تدفقات كمية في الزمان والمكان ستكون هائلة القوة في اقترابها من آلات الزمن، وتضمن الدخول إليها (ناقش ستيفن هوكنج Stephen Hawking في إحدى المرات أن بعض حساباته تجعل الأمر مشابهاً لذلك، ولكن مناقشاته لم تكن حاسمة). أو أن بعض الظواهر غير المعلومة حتى اليوم ربما ستحكم ارتحال الزمن الموجه للماضي، أو تمدنا بطريق أحدث وأسهل لفعل ذلك. المرء لا يستطيع التنبؤ بمستقبل نمو المعرفة. ولكن إذا ما كان مستقبل التقدم في أساسيات الفيزياء سيستمر في السماح بارتحال الزمن من حيث المبدأ، فإنه بالتأكيد سيكون مجرد مشكلة تقنية ستحظى بالحل إن أجلاً أو عاجلاً.

بسبب أن آلة الزمن لم تمدنا بممر إلى أوقات أبكر من اللحظة الحالية التي تحققت بالفعل، وبسبب الطريقة التي تقول بها نظرية الكم أن الأكوان على صلة ببعضها البعض، فثمة حدود لما يجب أن نتوقع تعلمه من استعمال آلات الزمن عندما نبني إحداهما، وليس قبل ذلك، ربما نتوقع زواراً أو على الأقل رسلاً من المستقبل، لكي تظهر منها. ماذا سيقولونه لنا؟ أمر واحد لن يقولوه لنا بالتأكيد وهو قول أى شيء عن مستقبلنا. الكابوس القدرى الخاص بيوم الحساب الموحى به والذي لا مهرب منه سوف يجيء على الرغم من كل محاولاتنا في تجنبه، وربما كنتيجة لمحاولاتنا تلك، وكل هذه هي مادة للأساطير وروايات الخيال العلمي فقط. الزوار من المستقبل لا يستطيعون معرفة مستقبلنا بأكثر مما نعرفه نحن، لأنهم غير آتين من هناك. ولكن يستطيعون إخبارنا بمستقبل كونهم، حيث كان ماضيهم متطابقاً مع ماضينا. يمكنهم إحضار شرائط أخبار وبرامج الأمور السائدة. إذا كان مجتمعهم قد اتخذ قراراً خاطئاً، والذي يقود إلى كارثة، لا يمكنهم تحذيرنا من ذلك. ربما نتبع نصيحتهم أو لا نتبع. وإذا

اتبعنا تلك النصيحة، ربما نتجنب الكارثة أو - وهنا لا توجد ضمانات - ربما نجد النتيجة حتى أسوأ مما وقع لهم.

وفى المتوسط مع ذلك سوف يكون المفترض أن نستفيد من دراسة مستقبل تاريخهم. ولو أنه ليس مستقبل تاريخنا، وعلى الرغم من معرفة أن الكارثة وشيكة الحدوث، فليس كل هذا مثل معرفة ما الذى يجب أن نعرفه عن ما هو العمل إزاءها. ربما نفترض أن نتعلم الكثير من مثل هذه التسجيلات التفصيلية، من وجهة نظرنا عما يمكن أن يحدث. زوارنا هؤلاء، ربما يحضرون تفاصيل عن تحقيقات عملية وفنية كبيرة. إذا كانت هذه قد صنعت فى المستقبل القريب للكون الآخر، فهذا يشبه أن نظراء الناس الذين صنعوها يوجدون فى كوننا، وربما يعملون فى اتجاه تلك التحقيقات. وإذا مثلوا جميعاً كلهم مرة واحدة، الوجوه الكاملة لعملهم. هل سيكونون ممتنين؟ من الواضح أن هذه متناقضة أخرى لارتحال الزمن هنا. إذا لم يبد أنها تنشىء تماسكاً، وإنما فقط فضوليات، فقد نوقشت كثيراً فى الخيال عن أن تكون قد نوقشت عبر العلم فى مجال معاداة ارتحال الزمن (ولو أن بعض الفلاسفة مثل ميشيل دوميت **Michael Dummett** قد أخذ الأمر بجدية) أنا أسميها متناقضة المعرفة فى ارتحال الزمن، وهنا كيف تجرى الحكاية بالضبط. التاريخيون حول المستقبل والذين لديهم اهتماماً خاصاً بشكسبير **Shakespeare** يستخدمون آلة زمن لزيارة الكاتب الكبير فى وقت كتابته لهاملت **Hamlet** وكانت بينهم محادثة عن ما هو الوقت الذى يريهم فى كتاب هاملت مناجاته الشهيرة: أكون أو لا أكون، الذى أتى بها معه من المستقبل. شكسبير أعجب بالمناجاة واستخدمها فى مسرحيته. وفى وجه آخر للأمر، شكسبير يموت ومسافر الزمن يدعى شخصيته، يحقق نجاحاً باعتباره كاتب مسرحيات والتى ينسخها من الأعمال الكاملة لشكسبير، والتى أحضرها معه من المستقبل. وفى وجه آخر سيكون مسافر الزمن محتاراً فى إمكانيته موضع شكسبير بالمرّة. ومن خلال سلسلة أحداث، ويجد نفسه غير ممثلاً لشخصية شكسبير، ومرة أخرى ينتحل مسرحياته.

إنه يحب الحياة وبعد سنوات أخرى يتحقق أنه أصبح شكسبير: لم يكن هناك شخص آخر.

وبالتطابق مع ذلك فإن آلة الزمن فى هذه القصص لا بد قد أعدت بواسطة حضارة لا أرضية تكون قد حققت بالفعل عملية ارتحال الزمن فى أيام شكسبير، وتكون راغبة فى السماح لمؤرخنا لاستخدام واحد من شقوق السفر غير القابلة للتجدد خلفاً لذاك الزمن. أو ربما (وهو أقل شبهاً من ذلك .. فى تقديرى) تكون هناك آلة زمن التى تتحقق بشكل طبيعى وقابلة للاستخدام بالقرب من أحد الثقوب السوداء.

كل هذه القصص تربط بين سلسلة متتامة ومتماسكة - أو دائرة ربما - من الأحداث. والسبب فى أنها محيرة وتستحق وصفها بالتناقض، يكمن فى مكان آخر. إنه فى كل قصة نجد أدبا كبيرا قد ظهر للوجود بدون أن يكون هناك من كتبه، لا أحد كتبه بصفة جذرية، وأن أحدا لم يبدعه، وهذا يناقض بوضوح عما نعرفه ونفهمه عن من أين تأتى المعرفة. وطبقا لمبادئ نظرية المعرفة التى أبرزتها فى الفصل الثالث. المعرفة لا تأتى للوجود كاملة التشكّل. إنها توجد فقط كنتيجة لعمليات إبداعية، التى هى عمليات تطويرية، خطوة بعد خطوة، دائما ما تبدأ بمعضلة وتتقدم عبر نظريات جديدة أو تجريبية مؤقتة، ومن خلال النقد وإزالة الأخطاء تتحول إلى حالة جديدة مقبولة للمعضلة. تلك هى الكيفية التى كتب بها شكسبير مسرحيته، وهى الكيفية التى اكتشف بها أينشتاين "معادلاته عن المجال"، إنها طريقتنا جميعا فى حل أية مشكلة، كبيرة أو صغيرة فى حياتنا، أو إبداع أى شىء له قيمة.

إنها أيضاً نفس الطريقة التى تحوز بها الأنواع الجديدة صفة الوجود. المشابهة هنا تقع بين "المعضلة" و"الكوة البيئية". "النظريات" هى "الجينات"، و"النظريات المؤقتة الجديدة" هى "الجينات المتحولة" بينما "النقد وإزالة الأخطاء" هى "الانتخاب الطبيعى". وتنشأ المعرفة من حركة الإنسان الهادفة، والتأقلم البيولوجى بواسطة آلية عمياء لا عقل لها. الكلمات التى استخدمناها فى وصف كل من الحالتين مختلفة عن بعضها،

والعمليات الفيزيائية فيهما غير متناظرة أيضاً، ولكن تفاصيل قوانين المعرفة التي تحكمها واحدة. فى حالة واحدة منهما يمكن تسميتها: نظرية بوبر فى نمو المعرفة العلمية، وفى الأخرى نظرية دارون فى "التطور". المرء يمكنه تشكيل متناقضة معرفة فى مثل الكلمات المستخدمة فى الأنواع الحية لو أخذنا - مثلاً - أحد الحيوانات الثديية فى آلة زمن إلى عصر الديناصورات حيث لم تكن قد ظهرت بعد الحيوانات الثديية. نحن نميز حيواننا الثديى. ماتت الديناصورات وحلت محلها الحيوانات الثديية. إنه من السهل أن ترى أن هذا الوجه غير مقبول فلسفياً إنه لا يطبق واحداً من أصول دارون فى نشوء الأنواع، خاصة "الخلق". أصل الأنواع، فى هذه القصة متميز فى تفوقه على الطبيعة: القصة لا تقدم لنا تفسيراً أو شرحاً - أو تحكم إمكانية أن تكون كذلك - كيف أن الأنواع والتواءم أو التكيف المعقد للأنواع مع كوّاتها البيئية قد أصبحت هناك.

بهذه الطريقة فإن حالة متناقضة المعرفة تنتهك المعرفة، أو إذا شئت، مبادئ التطور. إنها تناقضه فقط لأنها تتضمن الخلق من لا شيء أو معرفة بشرية معقدة، أو تكيف بيولوجى معقد. القصص المشابهة وبأنواع أخرى ومن المعلومات فى هذه العقدة ليست متناقضة. بعد ملاحظة حصاة على الشاطئ، ثم ارتحل إلى الورا إلى أمس، وضع الحصاة فى موضع آخر ثم حركها إلى حيث تريد أن تجدها. لماذا تجدها فى هذا الموضع بالذات؟ لأنك حركتها إلى هناك. ولماذا حركتها إلى هناك؟ لأنك وجدتها هناك. لقد تسببت فى بعض المعلومات (موقع الحصاة) لكى تحوز (المعلومات) صفة الوجود فى عقدة أو حلقة ذاتية التماسك. ولكن ماذا بعد؟ لا بد للحصاة أن تتواجد فى مكان ما، بالإضافة لأن القصة لا تتضمن الحصول على شيء من لا شيء. أو عن طريق المعرفة أو التكيف. ليس ثمة تناقض هنا.

من وجهة نظر متعدد الأكوان فإن مسافر الزمن الذى يزور شكسبير لم يأت من مستقبل نسخته شكسبير. يستطيع أن يؤثر، أو ربما يحل محل النسخة التى يزورها.



ولكنه لا يستطيع أبدا أن يزور النسخة الموجودة في الكون الذي بدأ منه. وهى تلك النسخة التى كتبت المسرحية - وعلى هذا فالمسرحيات لها مؤلف عبقرى، وليست ثمة عُقد أو حلقات متناقضة من تلك التى تخيلناها فى القصة. المعرفة والتكيف حتى فى حالة وجود ممرات إلى الماضى، يمكن استحضارها للوجود فقط بشكل متزايد بواسطة تصرفات الإبداع البشرى أو التطور البيولوجى. وليس بأى طريقة أخرى.

كنت أتمنى أن أقرر أن هذا المتطلب يتحقق بصرامة من خلال ما تفرضه قوانين نظرية الكم على التعددية. أتوقع أنها كذلك، ولكن هذا من الصعب إثباته لأنه من الصعب التعبير عن الخاصية المعنية هنا باللغة السائدة فى الفيزياء النظرية. ما هى التآليف أو التشكلات الرياضية التى تميز بين "المعرفة" و "التكيف" وبين المعلومات التى لا طائل ورائها؟ ما هى المساهمات الفيزيائية التى تميز العمليات الإبداعية من العمليات غير الإبداعية؟ ولو أننا بعد لا نستطيع الإجابة على هذه الأسئلة فأنا لا أعتقد أن الحالة توصف باليأس. تذكر نتائج الفصل الثامن حول معنى الحياة، والمعرفة فى متعدد الأكوان. لقد أشرت هناك (لسبب لا يتصل بارتحال الزمن) أن إبداع المعرفة والتطور البيولوجى هى فيزيائيا عمليات ذات معنى. وواحد من الأسباب أن هذه العمليات، وفقط هذه العمليات، لها تأثير معين على الأكوان المتوازية - أو أى بناء وراء الكون أو عبره من خلال جعلهما متشابهين. عندما نستطيع يوما فهم تفاصيل هذا التأثير، ربما نستطيع تعريف المعرفة، والتكيف والإبداع، والتطور فى كلمات تلتقى عند التعددية.

عندما أقمت متناقضة، كانت هناك أخيرا نسختان منى فى كون واحد ولا شىء منى فى الكون الآخر. إنها قاعدة عامة حين يأخذ ارتحال الزمن مكانه فإن الرقم الجمعى للنسخ (منى) والتى تعد على مدى كل الأكوان، يتغير. وبالمثل فإن قوانين حفظ الطاقة والكتلة والكمات الفيزيائية الأخرى تستمر لأن تكون فى متعدد الأكوان كله وليس بالضرورة فى أى كون واحد. ومع أنه لا يوجد قانون حفظ للمعرفة فإن حيازة آلة

زمن سوف يسمح بأن نتوجه إلى المعرفة من مصدر جديد كلية، أى "إبداعية العقول" فى أكوان أخرى. وهم أيضا يمكن أن يكونوا أكثر معرفة منا؛ بحيث يمكن للمرء أن يتحدث باستفاضة عن "تجارة" فى المعرفة، وتجارة فى الإنتاج الاصطناعى الذى يحوى معرفة، بين أكوان متعددة ولكن المرء لا يستطيع أخذه المشابهة بشكل حرفى، لأن التعددية لن تكون منطقة تجارة حرة، لأن قوانين ميكانيكا الكم تضع قيودا قاسية أو صارمة على أى من اللقطات يمكن ربطها بلقطات أخريات. وهذا لسبب واحد، أى كونين يكونان متصلين مع بعضهما فى اللحظة التى يصبحان فيها متطابقين، وبمجرد اتصالهما هذا يجعلهما يبدآن الاختلاف عن بعضهما. فقط عندما تتراكم هذه الفروق والمعرفة الإبداعية الجديدة قد نشأت فى كون منهما وأرسلت إلى الوراثة فى الزمن إلى الكون الآخر، فهكذا نستطيع استقبال معرفة لم توجد بعد فى كوننا.

طريقة أخرى أكثر دقة فى التفكير فى تجارة المعرفة بين الكونية هى التفكير فى كل عملياتنا المنتجة أو المولدة للمعرفة، كل ثقافتنا ومدنياتنا، وكل العمليات الفكرية فى عقل كل فرد بالطبع، وكل المحيط الحيوى المتطور أيضاً كما لو كانوا عملية حوسبة ضخمة. كل المسألة تتحصل فى تنفيذ برنامج كمبيوترى ذاتى الحفز وذاتى التوليد. وبالتحديد أكثر فهى، وكما أشرت، هو برنامج حقيقة تقديرية فى عملية محاكاة، مع دقة متزايدة دائمة، هى كل الوجود. فى الأكوان الأخرى ثمة أوجه أخرى لمولد الحقيقة التقديرية، موجهة لآلة الزمن، وقد تكون قادرة على استقبال بعض نتائج الحوسبة التى حققتها نظائرها فى أكوان أخرى، طالما سمحت قوانين الفيزياء بتبادل المعلومات الضرورى. كل قطعة أو جزء من المعرفة يتحصل عليها المرء من آلة زمن سوف يكون لها مؤلف فى مكان ما من متعدد الأكوان، ولكنها ربما تفيد عدداً لا يحصى من الأكوان المختلفة وهكذا فإن آلة الزمن، هى مصدر أو وسيلة تسمح بطرازات أو أنماط معينة من الحوسبة يمكن أن تتحقق بكفاءة هائلة أكثر من تحققها فى كمبيوتر واحد. إنها تحقق ذلك بالمشاركة الإيجابية من جانب النسخ المتعدد منه عبر الأكوان المختلفة.

فى غيبة آلة الزمن سيتحول الأمر إلى تبادل ضئيل للمعلومات بين الأكوان، لأن قوانين الفيزياء تتنبأ، فى هذه الحالة، أن يكون الاتصال السببى بينهم ضئيلاً. ولدرجة جيدة من التقريب، المعرفة يتم إبداعها فى مجموعة لقطات متشابهة تتناسب مع قليل من اللقطات الأخرى، أى تلك التى تراكمت فى زمان مستقبلى بالنسبة للقطات الأصلية. ولكن هذا مجرد تقريب. ظاهرة التداخل هى نتيجة للاتصال السببى بين الأكوان القريبة من بعضها. لقد رأينا فى الفصل التاسع، أنه حتى على هذا المستوى الصغير جداً من الاتصال يمكن استخدامه فى تبادل المعلومات الكمبيوترية ذات المعنى والمفيدة بين الأكوان.

دراسة آلة الزمن أشبه بمسرح - بالرغم من أنه مسرح فكر تجريبى نظرى حتى الآن - نرى فيه كتابة قدر كبير من الصلات بين ما أسميته "الخيوط الأربعة الرئيسية" كل من تلك الخيوط يلعب دوراً أساسياً فى تفسير ارتحال الزمن. ربما يتحقق ارتحال الزمن يوماً ما، أو ربما لا يتحقق. ولكن إذا تحقق، فلن يتطلب أى تغيير أساسى فى نظرتنا للعالم على الأقل بالنسبة لهؤلاء الذين شاركوا بنطاق واسع فى النظرة للعالم التى قدمتها هنا. كل الاتصالات التى يمكن إقامتها بين الماضى والمستقبل، والتى ستستلزم الربط بين مجالات منفصلة بوضوح من المعرفة ستكون هناك على أية حال.

## اصطلاحات:

ارتحال الزمن: Time travel	إنه فقط الزمن الموجه للماضي الذي يستحق هذه التسمية.
الموجه للماضي: Past-directed	في الزمن الموجه للماضي في آلة الزمن، فإن المسافر يمر بخبرات ذات اللحظة كما هي معرفة في ساعة وتواريخ خارجية، أكثر من مرة في تعاقب شخص (أى من الناحية الذاتية).
الموجه للمستقبل: Future - directed	في الزمن الموجه للمستقبل في آلة زمن، يصل المسافر إلى لحظة متأخرة في وقت شخصي أقصر عن المعرف بساعة وتواريخ خارجية.
آلة زمن: Time machine	شيء فيزيائي يسمح لمستخدمه أن يسافر إلى الماضي. من الأفضل التفكير فيه كمكان أو ممر أكثر من التفكير فيه كعربة.
متناقضة ارتحال الزمن: Paradox of time travel	حالة من عدم الإمكانية الواضحة لاستحضار مسافر في الزمن لو أن السفر في الزمن ممكنا.
متناقضة المعرفة: Knowledge Paradox	المتناقضة التي تنشأ فيها المعرفة عن لا شيء، من خلال السفر في الزمن.
متناقضة الجد: Grandfather paradox	هي المتناقضة التي من خلالها يسافر المرء إلى الماضي وفي نفس الوقت يمنع نفسه من عمل ذلك.

## الخلاصة:

ارتحال الزمن قد يتحقق أو لا يتحقق، لكنه ليس متناقضاً مع الحقيقة. إذا سافر المرء إلى الماضي سوف تتقيد حرية الطبيعية في التصرف، ولكنه بصفة عامة سوف ينتهى إلى ماضى كون مختلف. دراسة ارتحال الزمن هى منطقة دراسة نظرية، التى فيها الخيوط الأربعة التى اقترحتها تكتسب المعنى: ميكانيكا الكم، باكوونها المتوازية والمفهوم الكمى للزمن، ونظرية الحوسبة، وبسبب الصلات بين الحقيقة التقديرية وارتحال الزمن، وبسبب السمات المميزة لارتحال الزمن يمكن تحليلها كأنماط جديدة من الحوسبة، والمعرفة ونظرية التطور، وبسبب القيود التى تضعها على كيف تأتى المعرفة إلى الوجود أو حيازة صفة الوجود.

ليست فقط الخيوط الأربعة التى ترتبط معا كنسيج للحقيقة، هناك أيضا توازيات ملحوظة بين المجالات الأربعة للمعرفة مثلها. كل النظريات الأربعة الأساسية لها هذه الحالة غير المعتادة من القبول معا أو رفضها معاً، اعتماداً على الاعتقاد أو عدم الاعتقاد فيها، بواسطة معظم العاملين فى تلك الميادين.



## الفصل الثالث عشر

### الخيوط الأربعة





من الأفكار المنتشرة على مدى واسع ويشترك فيها الناس أو مجموعة منهم رغم بساطتها عن العملية العلمية هي تلك التي نَقَرها في الذاكرة مبدع مثالي شاب ضد ما يعرف عن المؤسسة العلمية. حيث كان الأرثوذكسيون قد ضَيَّقوا الفكرة والرجعيون قد أقاموا أنفسهم كمدافعين عنها وسجناء لها في الوقت نفسه، فقد كانوا يضيقون بأى تحد يبدد ضدهم. وكانوا يرفضون الاستماع إلى النقد، والدخول في المناقشات أو الجدل أو قبول الدليل، كما حاولوا خنق أفكار ذلك المبدع.

تلك الفكرة التي يشترك فيها عديد من الناس كانت قد دخلت إلى الفلسفة بمعرفة (\*توماس كون Thomas Kuhn مؤلف الكتاب المهم "بناء أو تركيبة الثورات العلمية The Structure of scientific Revolutions . وطبقاً لكون فإن المؤسسة العلمية يتم تعريفها بإيمان أعضائها في مجموعة النظريات السائدة، والتي تكون النظرة إلى العالم، أى النظرة النموذج. وهذه النظرة النموذج هي الجهاز أو الأدوات الفلسفية والنظرية التي من خلالها يلاحظ أصحابها ويفسرون كل شيء في خبرتهم. (من خلال تسبیب يتضمن جزء من المعرفة، مثل الفيزياء، ويمكن حينئذ للمرء الحديث عن "النموذج" في هذا المجال) هل لى ملاحظة أن تبدو وكأنها تنتهك النموذج ذو الصلة، أصحاب هذه النظرية ببساطة لا يرون هذا الانتهاك. عندما يواجهون دليل عليه يكونون مضطرين لاعتباره نوعاً من الشذوذ، أو خطأ في التجربة، أو حيلة مخادعة - أو أى شيء يسمح بأن "النموذج" غير منتهك. هذا هو ما جعل كون يعتقد أنها قيم علمية غير منفتحة على النقد، والقبول غير المؤقت للنظرية والأساليب العلمية في الاختبارات التجريبية، وهجرة

---

(\*) توماس إس. كون Thomas S. Kuhn مفكر معاصر ناضل من أجل تأكيد أن النموذج العلمى (التمثل فى النظريات السائدة) قادر على الصمود أكثر فيما يتعلق بكل ما هو ملحوظ، وقادر أيضاً من ناحية المنطق على تحطيم السحر والشعوذة والعرافة والكهانة والتي يتم مجرماً جميعاً عادة كلما استقر العلم وأخذ وضعه وقيمته، ومثلهم العلماء غير الملتزمين أو المرتبطين بالنظريات السائدة والمستحقين للهجر بدورهم. (المترجم)

النظريات السائدة عندما تكون مرفوضة، وهي جميعاً من قبيل ما يشبه الأسطورة التي تجعل التواضع ممكناً عند سن أي قانون عندما يتعلق الأمر بموضوع علمي ذي معنى في مرحلة بدايته.

تَقَبَّلَ كون أن في الموضوعات العلمية الهامشية يحدث شيء يشبه العمليات العلمية (كما أوضحت في الفصل الثالث) لأنه آمن بأن العلم يستأنف مسيرته عبر فترات زمنية بديلة: هناك "علم عادي"، كما أن هناك "علم ثوري" في عصر العلم العادي يؤمن أغلب العلماء في النظريات الأساسية السائدة، ويحاولون بشدة إخضاع ملاحظاتهم ونظرياتهم الثانوية للتواءم مع تلك النظرة. تتكون أبحاثهم من ربط النهايات غير الثابتة، وإثبات التطبيقات العلمية للنظريات، وتصنيف إعادة تشكيلها وإثباتها. عندما تكون قابلة للتطبيق، ربما يستخدمون الطرق العلمية بمعناها البوبري (نسبة إلى بوبر)، ولكنهم لا يكتشفون أي شيء أساسي لأنهم لا يسألون أبداً عن أي شيء أساسي. ومع هذا الاتجاه تظهر قلة من مثيري المتاعب الشبان، الذين ينكرون بعض أساسيات المعتقد في النموذج القائم. وليس هذا في الحقيقة نقداً علمياً، لأن مثيري المتاعب ليسوا مسؤولين عن التسبب أيضاً. إنهم يرون العالم فقط من منظور نموذج جديد ومختلف. كيف يتوصلون إليه؟ ضغط الدليل الذي يحتويه، وذكاء أو عبقرية شرحه عبر النموذج القديم. أخيراً ما يتسلل إليهم (ولعل هذا يكفي، ولو أنه من الصعب رؤية كيف يستسلم المرء دون بصيرة لضغط شكل الدليل وهو فرضية). وعلى أية حال، فإن عَصراً من التنوير العلمي يبدأ - الغالبية التي لا تزال تعمل وفق العلم العادي في النموذج القديم، يحاربون بالوسائل العادية. والفاسدة المتداخلة مع النسخ أو الطبع، والإقصاء للدخول في المناصب العلمية الموروثة، وهكذا. الورثة يدبرون وسائل النشر، والسخرية من المحافظين القدامى، ويحاولون التسلل للمؤسسات صاحبة التأثير. قوة التفسير في النموذج الجديد بمصطلحاتها هي (لأن مصطلحات النموذج القديم تبدو متطرفة وغير مقنعة) غالباً ما تغري المنضمين الجدد غير المستسلمين من العلماء

الشبان. ثمة مرتدين على كلا الجبهتين. بعض من المحافظين يموتون. وأخيراً جانب من أيهما ينتصر. إذا انتصر الورثة، يصبحون هم أعضاء المؤسسة العلمية الجديدة، ويدافعون عن نموذجهم الجديد، تماماً دون بصيرة، كما سبق أن فعل القدامى، أما إذا خسروا يصبحون مجرد حاشية في تاريخ العلم. وفي الحالتين يستمر العلم "العادي" في طريقه.

وهكذا تبدو النظرة الكونية (نسبة إلى كُون) للعملية العلمية طبيعية بالنسبة لكثير من الناس. حيث تظهر كأنها تشرح التغيرات المتكررة والمتناقضة التي يقوم العلم بإرغام أو إخضاع الأفكار الحديثة عليها، من خلال المساهمة البشرية اليومية والدفع الذي نعتاد عليه: تطويق الآراء والمفاهيم المسبقة، عدم إبصار الدليل الذي يكون المرء قد أخطأ بصده، قمع المعارضة من خلال الرغبات الراسخة، كالرغبة في الحياة الهادئة، وما إليه. وفي مقابل ذلك هناك تمرد الشباب، البحث في غير المألوف، متعة انتهاك التابوهات، والصراع من أجل القوة. إغواء آخر في أفكار كون، وهو أنه وضع العلماء في أحجامهم الحقيقية. لم يعد ممكناً لهم ادعاء أنهم باحثون نبلاء عن الحقيقة التي تستخدم الطرق العقلية في الحدس، النقد والاختبارات التجريبية في حل المشاكل وإبداع تفسيرات أكثر جودة عن العالم. كشف كُون عن أنهم فرقاء متنافسون يلعبون مباريات لا نهاية لها من أجل السيطرة على الحمى.

فكرة النموذج ذاتها ليست استثناء. نحن نلاحظ العالم ونفهمه عبر مجموعة من النظريات، وهي التي تشكل النظرة "النموذج" ولكن كُون أخطأ في اعتبار أن تمسك امرئ بالنموذج يعميه عن رؤية جدارة نموذج آخر، أو يمنعه من قدرة تغيير النموذج، أو يمنع المرء من فهم نموذجين في وقت واحد. (من أجل مناقشة تطبيقات أعم لهذا الخطر انظر كتاب بوير "أسطورة الإطار" (\*) "Myth of the frame work") حيث أعترف، بأن

---

(\*) مترجم للعربية وصدر ضمن سلسلة "عالم المعرفة" بمعرفة أ. د. يمنى طريف الخولي وآخر "العدد ٢٩٢". (المترجم)

ثمة خطراً دائماً في أننا قد نقلل من قيمة قوة التفسير في نظرية أساسية جديدة، أو نفتقده كلية عندما نقومها من خلال الإطار العام للنظرية القديمة. لكنه مجرد خطر وبإعطاء العناية الكافية والسلامة العقلية، ربما نستطيع تجنبه.

ومن الصحيح أيضاً أن الناس ومن بينهم العلماء، وخاصة هؤلاء الحائزين على المناصب ذات القوة، يميلون للارتباط بالطريقة السائدة في عمل الأشياء، ويمكنهم أن يكونوا متشككين في الأفكار الجديدة عندما يكونون مرتاحين لتلك القديمة. لا يمكن لأحد أن يدعى بأن كل العلماء يفكرون بطريقة واحدة وأنهم كثيرون التشكك عقلانياً في تقويمهم للأفكار. الولاء غير المَقوم للنموذج هو بالطبع من قبيل السبب المألوف في الجدل بشأن العلم، كما في كل شيء آخر. ولكن باعتباره وصفاً أو تحليلاً للعملية العلمية، فقد عانت نظرية كون من خلل قاتل. لقد شرح تعاقب النماذج من نموذج إلى آخر عبر مصطلحات سوسيولوجية وسيكولوجية، أكثر مما كان عليه من اللجوء مبدئياً للمزايا الموضوعية للتفسيرات المنافسة. وبعد فإنه بدون فهم العلم على أنه بحث عن التفسير والشرح، فإن حقيقة أنه فعلاً يصل إلى تفسيرات ناجحة، كل منها أحسن موضوعياً من الأخير الذي سبقه، تظل هذه الحقيقة متعذرة على التعليل.

وهكذا كان كُون مضطراً على نحو تام وواضح لإنكار أن ثمة تقدم موضوعي للتفسيرات العلمية الناجحة، وأن هذا التقدم ممكن ولو من حيث المبدأ:

ثمة (خطوة) يرغب كثير من فلاسفة العلم في أن يتخذوها والتي أرفضها. إنهم يرغبون في مقارنة النظريات على أنها تمثيل للطبيعة، كما لو أنها عبارات (عما يتواجد حقيقة هناك) ضامين أنه لا توجد في تاريخ العلم نظريتان صحيحتان في نفس الوقت، ومع ذلك هم يبحثون فيما أن الأخيرة منهما تحوى تقريباً أفضل للحقيقة. وأعتقد أنه لا يمكن العثور على شيء من هذا النوع (النقد ونمو المعرفة Criticism and the Growth of knowledge صفحة ٢٦٥).

وهكذا فإن نمو المعرفة العلمية الموضوعية لا يمكن تفسيرها من خلال الصورة التي قدمها كُون. وليس جيداً محاولة الادعاء أن التفسيرات الناجحة تكون أحسن

بمصطلحات نموذجها. هناك اختلافات موضوعية. نحن نستطيع الطيران، بينما الناس في معظم التاريخ البشرى استطاعوا فقط الحلم به. القدماء لم يكونوا فاقدي النظر إزاء كفاءة آلاتنا الطائرة، لأنها ليست داخل النموذج الذي عرفوه. السبب في أننا نستطيع الطيران هو أننا فهمنا ما هو موجود هناك بالفعل". السبب في أن القدماء ليسوا كذلك فلأن معرفتهم في درجة أدنى مما فهمناه.

إذا قام المرء بتطعيم نظرية كون بحقيقة التقدم العلمى الموضوعى، فعليه توظيف فكرة أن بذرة الابتداعات الرئيسية قام بها حفنة من محطى التماثيل الدينية العباقرة. باقى المجتمع العلمى لهم استخداماتهم، ولكن فى الموضوعات ذات المعنى والأهمية يتولون إعاقه المعرفة. هذه النظرية العاطفية (التي عادة ما تقدم مستقلة عن أفكار كُون) لا تتفق بدورها مع الحقيقة. كان هناك بالطبع عباقرة قاموا بتثوير العلم كله بأيديهم هم، بعضهم قد ذكرته فى هذا الكتاب مثل جاليليو، ونيوتن، وفاراداي، وداروين، وأينشتاين، وجودل، وتورنج. ولكن على العموم فقد استطاع هؤلاء الناس تدبير العمل، والنشر واكتساب المعرفة بهم على الرغم من المعارضة التي لا مهرب منها والتي أبداهها المحافظون الذين كانوا أشبه بالملتصقين بالأحوال (اقتصوا من جاليليو، وإن كان هذا لم يكن على أيدي منافسيه من العلماء) وعلى الرغم من أن أغلبهم عانى من مواجهات المعارضة غير العقلية فإن مستقبلهم العلمى لم يتجه نحو المضادين لتحطيم التماثيل من مؤسسة العلماء المُقُوليين. كما استفاد معظمهم من تفاعلهم مع العلماء السابقين على "النموذج" والذين قدموا لهم الدعم.

أحياناً ما وجدت نفسى فى جانب الأقلية بالنسبة للمناقشات العلمية الأساسية. ولكننى أبدأ لم أقطاع مع وضع كُون. بالطبع، وكما ذكرت، فإن أغلبية المجتمع العلمى لم تكن منفتحة تماماً للنقد كما يفرضه الأمر فى الوضع الأمثل. وأياً ما كان الأمر فإن الامتداد الذى التصقت به وشايعته يتعلق بـ: "الخبرة العلمية الصحيحة" فى قيادة البحث العلمى، والتي لم تكن بدورها خالية من الملاحظات.

ستحتاج فقط لأن تُدعى إلى ندوة بحث فى أى ميدان أساسى فى العلم "الصعب"، لترى كيف يختلف بقوة سلوك الباحثين عن سلوك البشر عموماً. هنا نرى أستاذاً معلماً يتم تعريفه على أنه كبير الخبراء فى المجال كله وبأنه سيلقى المحاضرة - قاعة الندوة مليئة بقوم من مختلف الدرجات فى هرمية البحث الأكاديمى، بدءاً بالطلبة المتخرجين الذين التحقوا بمجال البحث منذ عدة أسابيع مضت فقط، حتى الأساتذة الجامعيين التى تطاول قاماتهم قامة المتحدث نفسه. الهراركية الأكاديمية هى بناء قوى ومعقد، والذى يساند ويدعم هؤلاء الناس باستمرار فى مستقبلهم ونفوذهم وسمعتهم، وربما بأكثر مما فى أى مجلس إدارة أو ما شابه. وطالما الندوة منعقدة فمن الصعب على أى ملاحظ أن يفرق بين مراتب أو درجات المشاركين. أصغر المتخرجين يسأل سؤالاً: "هل معادلتك الثالثة قد جاءت من المعادلة الثانية؟ بالتأكيد المصطلح الذى أغفلته ليس جديراً بالإهمال" الأستاذ متأكد من أن التعبير هو "الجدير بالإهمال" وأن الطالب قد ارتكب خطأ بتقويمه لعمل قام به من هو أكثر منه خبرة. ما الذى يحدث بعد ذلك؟

فى موقف مشابه، فإن رئيس تنفيذى قوى، والذى تعارض تقويمه لعمل مع عاصفة هيجها عليه مناوب جديد، ربما كان سيقول: انظر لقد سبق لى أن قمت بتقويمات كهذه أكثر مما حصلت عليه أنت من وجبات غذائية ساخنة. إذا قلت لك أن تقويمى صالح، فهو إذن صالح. سياسى صغير ربما يرد على نقد أت له من مكان منعزل من أحد أعضاء الأحزاب الطموحة بقوله: "فى أى جانب أنت على أية حال؟ حتى أستاذنا الذى بدأنا به، وبعيداً عن موضوع المحاضرة، وهو مثلاً يلقي إحدى محاضراته على طلبة الجامعة، قد يجيب بنبرة طاردة ورافضة: ربما يكون عليك أن تتعلم المشى قبل أن تجرى. اقرأ الكتاب أولاً وحينئذ لن تضيع وقتنا ووقتك. ولكن فى ندوة البحث لو أن ثمة رد من هذا النوع من النقد ربما يحدث موجه من الارتباك لتعم القاعة. قد يحول الحاضرون أبصارهم، ويعطو سيمائهم ما يدل على العناية والاجتهاد

فيقومون بدراسة مذكراتهم. سوف تكون هناك ابتسامات متكلفة ونظرات جانبية. في مثل هذا الموقف فإن إغواء الشعور بالسلطة (على الأقل الصريح أو العننى منها) تكون غير مقبولة حتى لو كان الأستاذ الأكبر فى المجال كله يوجه حديثه لأصغر متخرج من الحاضرين.

وهكذا يأخذ الأستاذ النقطة التى أثارها الطالب بجدية، ويجب بشكل مختصر وإن كاف فى الدفاع المعادلة المثار بشأنها الجدل. سيبدل الأستاذ قصارى جهده لئلا يبدو مغضباً من أنه تم انتقاده من مصدر متدنٍ هكذا. معظم الأسئلة من القاعدة ستكون متخذة شكل النقد، الذى لو كان صحيحاً، فقد ينقص من شأن الأستاذ أو يدمر القيم التى قام عليها عمل حياته. ولكن بعث النشاط ، وأوجه النقد المتعددة التى تحمل حقائق مقبولة، كلاهما من أهم أهداف الندوة، كل واحد يضمن جيداً أن الصدق أو الصلاحية ليست واضحة، وأن الحاجة الواضحة ليست إلى الصدق، وإنما أن الأفكار تقبل أو ترفض طبقاً لمحتواها المُرْضى وليس جذورها. وهو ما يمكن لأكبر العقول أن تخطئ فيه، وهو أيضاً ما يجعل الموضوعات التى تبدو كأنها من سقط المتاع هى بذاتها قد تكون المفتاح إلى اكتشاف عظيم جديد.

وهكذا فإن المشاركين فى الندوة، طالما أنهم مرتبطين بالعلم فإنهم يتصرفون بمقاييس حادة من العقلانية العلمية ولكن الندوة انتهت الآن. دعنا نتابع المشاركين فيها إلى صالة الطعام على الفور، العادى من السلوك البشرى الاجتماعى يعيد ترتيب نفسه، المعاملة تختلف مع الأستاذ فهو يتصدر المائدة مع من يقاربه فى المرتبة من الأساتذة، ثم حفنة مختارة من الأقل رتبة يسمح لهم بميزة التواجد على نفس المائدة. وتتحول المحادثة إلى حالة الطقس وما يتردد من شائعات (وبصفة خاصة) حول السياسات الأكاديمية. وبعد مناقشة مثل هذه الموضوعات تعاود الظهور مرةً أخرى الدوجماتية والآراء المسبقة والزهو والولاء، التهديدات والمجاملات وجميعها من الأمور المعتادة والمألوفة فى تفاعلات الناس مع بعضها فى المواقف المشابهة. ثم يعود العلماء

إلى طبيعتهم العلمية لفرصة أخرى. الشروح يتم التفكير فيها والأدلة وقواعد الجدل، وهنا تصبح المراتب فى مجرى الحديث التى هى بلا صلة أصلاً مع الموضوعات المثارة. هذا بالضبط، وعلى أى مستوى، ما يجرى فى المجالات التى عملت فيها.

وعلى الرغم من أن تاريخ نظرية الكم يمدنا بأمثلة عديدة على تعلق العلماء غير العقلى بما يمكن تسميته "النموذج" سيكون من الصعب العثور على مشهد مطابق للمثل مثل نظرية كون عن تتابع "النموذج". اكتشاف نظرية الكم كان يمثل بدون شك مفهوماً ثورياً، ربما الأعظم بعد جاليليو، وكان هناك بالطبع من لم يقبلوها أبداً من هؤلاء المحافظين ولكن الشخصيات المعتبرة فى الفيزياء، ومن بينهم حتى هؤلاء الذين لم يكونوا منسويين للمؤسسة العلمية، كانوا جميعاً على استعداد فوري لإهمال "النموذج" القديم. وبسرعة أصبحت أرضاً خصبة معتادة لاعتبار النظرية الجديدة تتطلب الانفصال الجذري عن المفهوم التقليدي لنسيج الواقع. التحدى الوحيد تمثل فى على أى نحو سيكون المفهوم الجديد. وبعد حين تأسست أرثوذكسية بواسطة الفيزيائي نيلز بور(\*) Niels Bohr وما أطلق عليه: "مدرسة كوبنهاجن Copenhagen school"، هذه الأرثوذكسية الجديدة لم يتم قبولها على مدى واسع بدرجة كافية على أنها وصف للحقيقة يمكن أن يسمى "نموذج" ولو أن معظم الفيزيائيين صادقوا عليها بوضوح (يمثل أينشتاين مثلاً استثناءً لذلك)، ومن الملحوظ أنها لم تكن تركز انتباهها على مقترح صدق نظرية الكم الجديدة. وعلى العكس اعتمدت بحسم على أن نظرية الكم، على الأقل فى شكلها السائد، هى نوع من الزيف! وطبقاً لمدرسة كوبنهاجن وتفسيرها

---

(\*) نيلز بور Niels Bohr (١٨٨٥ - ١٩٦٢) فيزيائي دانماركي حاصل على جائزة نوبل عام ١٩٢٢ ويعتد المسنول الأول عن تقدم ميكانيكا الكم، كما شارك فى مشروع القنبلة الذرية الذى أقيم فى لوس ألاموس فى بواكير عام ١٩٤٤. ومن أبرز مؤلفاته كتاب "الفيزياء الذرية والمعرفة البشرية" "The Atomic Physics and Human Knowledge" والنزى ضمنه مناقشة دارت بينه وبين ألبرت أينشتاين حول نظرية الكم دامت لأكثر من عقدين من الزمان. (المترجم)



فإن معادلات نظرية الكم تتحقق بالنسبة لموضوعات من الحقيقة الفيزيائية لم تتم ملاحظتها. فى لحظات من الملاحظة تحدث ثمة طرازات مختلفة من العمليات، من بينها التفاعل المباشر بين وعى الإنسان والفيزياء دون الذرية. ثمة حالة خاصة من الوعى تصبح حقيقة أما الباقي من الحالات هى فقط احتمالات. تفسير كوبنهاجن حدد هذه العملية المزعومة بشكل موجز، الوصف الكامل كان يعتقد أنه هدفاً للمستقبل، أو ربما ليكون إلى الأبد واقعا وراء الفهم البشرى. بالنسبة للأحداث غير الملحوظة التى تحدث ما بين الملاحظة الواعية، لم يكن مسموحاً للمرء أن يسأل بشأنها! كيف للفيزيائيين، حتى خلال ذروة "الوضعية" و "الأداتية" أن يمكنهم قبول مثل هذه التعليمات الواهية مثل وجهة نظر الأرثوذكسيين هؤلاء بأن النظرية الأساسية هو سؤال للمؤرخين. لسنا محتاجين هنا للاهتمام بالتفاصيل الملهمة لتأويلات كوبنهاجن، لأن لديها باعاً أساسياً يقوم على تجنب النتيجة بأن الحقيقة لها قيمة عالية، وأنها لهذا السبب وحده فهى من المعتذر تجانسها مع أى تفسير عبقرى أو جيد للظواهر الكمية.

بعد حوالى عشرين عاما عمل هيو إيفريت Hugh Everett خريج جامعة برنستون Princeton تحت إمرة الفيزيائى البارز جون أرشيبالد هويلر (\*) John Archibald wheeler فى البداية كان قد رتب إقحام الأكوان المتعددة فى نظرية الكم، لم يقبل هويلر بهذا. لقد كان (ولا يزال) مقتنعا بأن رؤية بور، ولو أنها غير كاملة، تعتبر أساساً لتفسير صحيح. ولكنه لهذا السبب تصرف على النحو الذى سلكه كون فى فكرة المقولب

---

(\*) جون هويلر John Archibald wheeler (١٩١١ - ...) فيزيائى أمريكى ساهم فى التقدم النظرى للقبلة الذرية، كما قدم اقتراحاً جديداً للنظرية الموحدة Unifying theory (ربط القوى الرئيسية فى الكون مع بعضها البعض فى معادلة واحدة وهى أربعة قوى: القوة الذرية القوية، والقوة الذرية الضعيفة، والقوة الجاذبة، والقوة الكهربائية)، فضلاً عن مساعدته فى تقدم القبلة الهيدروجينية بلوس الأموس، وحصل على جائزة فيرمى Fermi لأعماله فى الانشطار النووى وتحقيق إنتاج البلوتينيوم، وفى نهاية حياته ركز على النظرية الموحدة واستمرارية الزمكان ومما يذكر عنه أنه هو الذى صك تعبير "ثقب أسود" black hole. (المترجم)

على أنه يمكن أن يقودنا للتوقع؟ هل حاول أن يجمع أفكار تلميذه الموروثة؟ على العكس لقد خشى هويلر ألا تلقى أفكار تلميذه التقدير الكافي ومن ثم فقد كتب بنفسه بحثاً صغيراً ليصاحب البحث الذي نشره إيفريت، وقد ظهرا متعاقبين على صفحات مجلة "نظرات عامة على الفيزياء الحديثة *Reviews of Modern Physics* بحث هويلر شرح ودافع عن بحث إيفريت على نحو فعال، لدرجة أن عديداً من القراء افترضوا أنهما معا مسئولون عن محتواهما. ونتيجة لذلك اعتبرت نظرية تعدد الأكوان، على نحو خاطئ، على أنها نظرية إيفريت - هويلر" لعدة سنوات بعد ذلك مما تسبب في كثير من الكدر لهويلر.

اعتبار هويلر كقدوة في مشايعته للعقلانية العلمية، ربما يكون مبالغاً فيها، ولكنها تبقى فريدة. وفي هذا سوف أشير إلى فيزيائي بارز آخر هو بريس دي ويت *Bryce De-wit* والذي عارض إيفريت مبدئياً. عبر تبادل تاريخي للرسائل، أوضح دي ويت سلسلة تفصيلية من اعتراضات علمية لنظرية إيفريت، والذي كان عليه أن يرد عليها. أنهى دي ويت مناقشته بملحوظة غير رسمية أوضح فيها أنه لا يتصور نفسه "مشقوقاً" إلى عديد من النسخ المتميزة في كل مرة يتخذ فيها قرار. إيفريت في رده أعاد صدى ما قاله جاليليو أثناء محاكمته "هل تشعر بأن الأرض تتحرك؟ كان سؤاله - الدال على أن نظرية الكم تشرح لماذا لا يشعر المرء بأنه مشقوق هكذا، هي تماماً مثل نظرية جاليليو عن القصور الذاتى عندما شرحت لماذا لا يشعر المرء بحركة الأرض. وهكذا اضطر دي ويت للإذعان.

ومع ذلك، لم يكتسب اكتشاف إيفريت قبولاً واسعاً. للأسف على مدى الأجيال ما بين كوبنهاجن وإيفريت. أصاب اليأس معظم الفيزيائيين من فكرة التفسير في النظرية الكمية. وكما قلت كانت ذورة "الوضعية" في فلسفة العلوم، وأصبح رفض (أو عدم فهم) تأويلات كوبنهاجن بالتوازي مع ما يمكن تسميته "الأداتية البرجماتية"، كليهما معاً يعتبران (ولا يزالان) شكلاً لسلوك النموذج تجاه أعمق النظريات المعروفة لنا عن

الحقيقة. إذ "الأداتية" هي عقيدة أن التفسير لا أهمية له لأن النظرية هي فقط "أداة" لصنع التنبؤات، فإن الأداتية البراجماتية هي التدريب على استخدام النظريات بدون معرفتها أو الاهتمام بماذا تعنيه تلك النظريات، وفي هذا المعنى تولد التشاؤم لدى كُون. ولكن قصة كُون عن كيف يحل "نموذج" محل "نماذج" سبقته لم تولد على الإطلاق. وبمعنى من المعانى أصبحت الأداتية البراجماتية هي نفسها "النموذج" الذى تبناه الفيزيائيون ليحل محل الفكرة التقليدية عن الحقيقة الموضوعية. وكان هذا النموذج الذى يمكن للمرء أن يفهم العالم من خلاله! وعلى أية حال، وأيا كان ما يفعله الفيزيائيون الآخرون فلم تكن لهم نظرة إلى العالم من خلال نموذج الفيزياء التقليدية - والخاصة، من بين أشياء أخرى، للواقعية الموضوعية والغائية (الجبرية). معظمهم أسقط الفيزياء القديمة بمجرد ظهور مقترح ميكانيكا الكم ولو أنها أحدثت هزة للعالم كله، الذى لم يكن له ما يتحداه منذ انتصار جاليليو فى المناقشة العقلية مع الذين حاكموه قبل حوالي الثلاثة قرون التى خلت.

الأداتية البراجماتية كانت ملائمة فقط لأن نظرية الكم لم يكن لديها طاقة شرح تستوعب معظم فروع الفيزياء. لقد استخدمت بطريقة غير مباشرة فى اختبار النظريات الأخرى، وفقط لأنه كان ثمة حاجة لتنبؤاتها. وأجيال من الفيزيائيين وجدوها كافية لاعتبار عمليات التداخل، مثل التى تحدث فى جزء من ألف تريليون من الثانية عندما يتصادم عنصران أوليان مع بعضها، كما لو كانت "صندوق أسود": يرون مدخلاته ويلاحظون مخرجاته. إنهم يستخدمون معادلات نظرية الكم للتنبؤ بالواحد منهما عن الآخر، لكنهم لا يعرفون ولا يهتمون كيف أن المدخلات تخرج كنتيجة للمدخلات. ومع ذلك فثمة فرعان من الفيزياء يستحيل معها مثل هذا السلوك لأن العمل الداخلى لموضوع ميكانيكى كمى هو الذى يؤسس كل المادة/ الموضوع لفرعى الفيزياء هذين. هذان الفرعان هما "نظرية الحوسبة الكمية" و "الكونية الكمية" (النظرية الكمية للحقيقة الفيزيائية ككل) نظرية الحوسبة الكمية ستكون نظرية ضعيفة عندما تحتوى موضوعات

يتضح منها كيف نستخرج المخرجات من المدخلات إما بالنسبة للكونية الكمية فنحن لا نستطيع إعداد مدخلات للتعددية فى البداية، ولا نستطيع فى النهاية قياس أية مخرجات. فعملها الداخلى هو كل ما هو هناك. ولهذا السبب تستخدم نظرية الكم بالكامل من خلال شكل التعددية، وذلك بمعرفة الأغلبية الكاسحة من الباحثين فى هذين المجالين.

وهكذا كانت قصة إيفريت بالطبع تمثل إبداعا من باحث شاب يتحدى به الإجماع السائد، وهى التى تم تجاهلها لعدة عقود تالية، وما جرى من أن نظرتة تلك أصبحت هى الإجماع الجديد. ولكن أساسيات إبداع إيفريت لم تكن تدعى أن النظرية السائدة كانت زائفة، وإنما صادقة! وبعيدا عن قابلية التفكير فقط من خلال مصطلحات نظريتهم، فقد استند على رفض هذا وإنما استخدام النظرية على النحو الأداة. وبعد فقد أسقطوا النموذج التفسيرى السابق، والفيزياء التقليدية مع القليل النادر من الشكاوى، وذلك بمجرد أن أصبحت نظرية جديدة فى متناول اليد.

شئ قريب من هذه الظاهرة الغريبة وقع أيضا للنظريات الثلاثة الأخرى التى تشكل الخيوط الأساسية لتفسير نسيج الحقيقة: نظريات الحوسبة، والتطور، والمعرفة. فى كل هذه الحالات فالنظرية السائدة حاليا، والتى بالتأكيد حلت محل سوائها وغيرها من النظريات المنافسة؛ بمعنى استخدامها بشكل روتينى ويطرق براجماتية، ولم تفشل برغم ذلك فى أن تصبح هى "النموذج" الجديد بمعنى أنها لم يؤخذ بها على أنها تفسير أساسى للحقيقة بمعرفة هؤلاء الذين يعملون فى المجال.

على سبيل المثال فإنه لم يتم أبدا وبصعوبة الشك جديا فى مبدأ تورنج على أنه صدق براجماتى، على الأقل فى صيغته الضعيفة (مثلا أن كمبيوتر شامل "عالمى" يمكنه محاكاة أى بيئة فيزيائية ممكنة). انتقادات روجر بنروز كانت تمثل استثناء نادراً حيث فهم أنه من التناقض استخدام مبدأ تورنج فى التفكير جذرياً بشأن النظريات الجديدة فى كل من الفيزياء والمعرفة، وبعض الافتراضات المثيرة فى علم الأحياء أيضا. لا بنروز

ولا أى أحد آخر قد قدم لنا بالفعل وحتى الآن مقترحاً ينافس مبدأ تورنج، وهكذا فهو يظل النظرية الأساسية السائدة فى الحوسبة. وبعد فإن مقترح الذكاء الاصطناعى وكونه ممكناً من حيث المبدأ، والذي أتى من منطق بسيط اشتق من النظرية السائدة، وتم اعتباره بكل الوسائل أمراً مضموناً (الذكاء الاصطناعى هو برنامج كمبيوتر له خصائص العقل البشرى بما فيها الذكاء، والوعى، والإرادة الحرة، والعواطف، ويقوم بالعمل على "الهاردوير" بدون العقل البشرى). إمكانية الذكاء البشرى تم اختبارها بمعرفة فلاسفة بارزين (بما فيهم، يا للحسرة، بوبر نفسه) وعلماء ورياضيين، وعلى الأقل أحد علماء الكمبيوتر المشهورين.

ولكن يبدو أن قلة من هؤلاء فهموا أنهم يناقضون ما هو معروف عن المبدأ الأساسى للنظام الأساسى. إنهم لم يتفكروا فى أساس بديل للنظام، كما فعل بنروز. إنهم كما لو كانوا ينكرون أننا نستطيع السفر إلى كوكب المريخ دون ملاحظة أن أحسن نظرياتنا فى الهندسة والفيزياء تقول بأنه يمكننا ذلك. وهكذا انتهكوا مبدأ رئيسياً للعقلانية بأن التفسير الجيد لا يطرح جانباً تنويرياً أو على سبيل المصادفة، ولكن ليس فقط المناوئون للذكاء الاصطناعى هم الذى فشلوا فى توفيق مبدأ تورنج مع نموذجهم. قلة أخرى فعلت ذلك أيضاً. وحقيقة أن أربعة عقود قد مرت منذ اقتراح المبدأ قبل أن يقوم أحد بدمج تطبيقاته فى الفيزياء، وعقود أخرى مرت قبل اكتشاف الحوسبة الكمية، هذه الحقيقة كانت شاهداً على الأمر. قبل الناس المبدأ واستخدامه براجماتياً فى علم الكمبيوتر، ولكنه لم يدمج فى نظرتهم الشاملة للعالم.

نظرية المعرفة عند بوبر أصبحت هى النظرية السائدة، وبكل معنى براجمائى، فى طبيعة ونمو المعرفة العلمية. وعندما نأتى على قواعد التجارب فى أى مجال وقبولها لـ "دليل علمى" بمعرفة المنظرين فى المجال، أو بمعرفة المجالات العلمية المحكمة لنشرها، أو بمعرفة الفيزيائيين للاختيار بين العلاجات الطبية المتنافسة، فإن الشعار المرفوع هو كما أراده بوبر: الاختبار العلمى يكشف للنقد، التفسير النظرى، والتعريف بقابلية

الإجراءات التجريبية للخطأ وأنها ليست معصومة. فى الاعتبار العادية للعلم تتحول النظريات العلمية لتقديمها كحدس جرى أكثر منه تداخل أت من المعلومات المتراكمة، والفرق بين العلم وقل مثلا الفلك هى مسألة يتم شرحها على نحو صحيح بمصطلحات التدقيق أكثر منها مسألة تأكيد أو إثبات. فى المعامل المدرسية يصبح تشكيل الفرضيات والاختبار نظام يومى. لم يعد التلاميذ يتوقعون التعلم من التجربة بمعنى ما كنت ومعاصرى نفع، بمعنى أنهم كانوا يعطوننا بعض الأدوات ويقولون لنا ما الذى نفعه بها، ولكن يقولون لنا إن النظريات التى تتواءم مع ما نصل إليه من نتائج. كان المأمول أن نستنتجها نحن.

وعلى الرغم من أن نظرية بوبر للمعرفة أصبحت سائدة بهذا المعنى فقد شكلت جزءاً من النظرة للعالم بالنسبة لقلّة قليلة من الناس. شعبية نظرية كُون عن تعاقب "النماذج" هى خير شاهد على ذلك. وبشكل أكثر جدية فقد وافقت قلّة قليلة من الفلاسفة مع بوبر فى دعواه بأنه لم تعد هناك بعد مشكلة استقراء لأننا فى الحقيقة لا نحصل على النظريات أو نقومها من خلال الملاحظة، ولكننا نستمر على الطريق من خلال الحدوس الشارحة والرفض بدلا من الملاحظة. ليس لأن كثيراً من الفلاسفة يعتبرون استقرائين، أو لديهم الكثير من عدم القبول لوصف بوبر وما له من تقادم بالنسبة للطريقة العلمية أو لاعتبارهم بأن النظريات العلمية بالفعل ليست مسموعة بسبب موقفها الحدسى. ولكن لأنهم يرفضون شروح بوبر لكيف تعمل جميعا. هنا مرة أخرى نجد صدى لقصة إيفريت. نظرة الغالبية أن هناك مشكلة فلسفية أساسية فى الأسلوب البوبرى، حتى ولو أن العلم (عندما يكون ناجحا) قد اتبعه دائما. الإبداع الموروث لبوبر أخذ شكل الادعاء بأن الأسلوبية صالحة على طول الخط. نظرية التطور لدارون هى الأخرى النظرية السائدة فى مجالها، بمعنى أنه لا أحد يشك بجدية أن التطور من خلال الانتقاء الطبيعى يعمل فى التجمعات بطريقة عشوائية تنوعياً، أو فى أصل الأنواع أو التكيف عموماً. ليس من بيولوجى أو فيلسوف جاء ينسب أصل

الأنواع للخلق المقدس أو للتطور اللاماركي (نسبة إلى لامارك<sup>(\*)</sup> Lamark). اللاماركية نظرية في التطور أبطلتها الداروينية. وهي النظرية التي تنسب التطور البيولوجي إلى السمات الموروثة التي كافحت من أجلها الأعضاء الحيوية واكتسبتها أثناء حياتها). وبعد، بالضبط كما مع الخيوط الثلاثة الأخرى، النظر بموضوعية للدارونية النقية كتفسير لظاهرة المحيط الحيوي، متعدد الأوجه وواسع الانتشار.

وواحدة من مستويات هذه النظرة تركز على السؤال عما إذا كان في تاريخ المحيط الحيوي ثمة وقت كاف لمثل هذا التعقيد الهائل لكي يظهر من خلال الاختيار الطبيعي وحده. ليس ثمة نظرية مناقسة استطاعت أن تتقدم في تجسيد مثل هذه الموضوعية، فيما عدا الفكرة المفهومة التي قدمها مؤخرًا الفلكيان فريد هويل<sup>(\*\*)</sup> Fred Hoyl وشاندرا ويكرا ماسنغي Chandra Wickramasinghe، من أن التعقيد الجزيئي الذي تقوم عليه الحياة يرجع لأصول من الفضاء الخارجي. ولكن النقطة الرئيسية في

---

(\*) جين لامارك Lamark Jean (١٧٤٤ - ١٨٢٩) بيولوجي فرنسي معروف بفكرته التي سُميت "اللاماركيزم" والتي تقول بأن السمات المكتسبة قابلة لأن تُورث وهي ذات الفكرة التي ناقشها تشارلز داروين Charles Darwin فيما بعد - وثمة نقص في المعلومات عن كتاباته باعتباره من السابقين على داروين مثل "هـ. بيتلي جلاس"، و"أ.و. تيمكن"، و"دبليو. إل ستراوس" وأشباههم، وإن كانت توجد تراجم هامة لكتابات لامارك مثل "فلسفة الحياة الحيوانية" "Zoological Philosophy" بمعرفة هوج إيليوت Hugh Eliot عام ١٩١٤ وأعيد طبعه عام ١٩٦٣ و"المائيات" "Hydrogeology" وهو العلم الذي يهتم بظواهر المياه وتنوعها فوق الأرض وفي التربة وتحت الصخور وفي الجو وذلك بمعرفة آلبرت في. كاروزي Albert V. Carozzi، والذي ظهر عام ١٩٦٤. - ومن المعروف أيضاً أنه أصيب بالعمى وأنه مات فقيراً. (المترجم)

(\*\*) فريد هويل Fred Hoyl Sir (١٩١٥ - ...) فلكي ورياضي إنجليزي كثيراً ما كتب عن الخيال العلمي كما كتب القصص القصيرة والمقالات والمسرحيات، وكان أكثر ما يعرف به هو دفاعه المستمر وتأييده لنظرية استقرار حالة الكون والتي تقول بأن الكون يتمدد بالفعل وأن المادة تُخلق باستمرار لتحفظ متوسط كثافة المادة في الفضاء المستمر المتواصل، ومن مؤلفاته "طبيعة الكون" في ١٩٥١، و"تخوم الفلك" في ١٩٥٥، و"الفلك والكونيات" في ١٩٥٧، و"الوجوه العشرة للكون" في ١٩٧٧، و"التلج" في ١٩٨١. (المترجم)

هذه الموضوعية لا تتعارض كثيرا مع النموذج الدارويني بأكثر من الادعاء بأن هناك بعض ما هو أساسى يبقى بدون تفسير فيما يتعلق بأن ما نلاحظه من تكيف فى المحيط الحيوى، كيف نفسر وجوده.

ولقد أنتقدت الداروينية على أنها "دائرية" لما تعلنه من أن "البقاء للأصلح" كتفسير، بينما الأصلح يتم تعريفه بطريقة استيعادية للماضى، على أنهم (هؤلاء الأصلح) قد عاشوا بالفعل من قبل. وبدلا من ذلك بمصطلحات التعريف المستقل لـ "الأصلح" فإن فكرة أن التطور يفضل "الأصلح" تبدو وكأنها متناقضة مع الحقائق. على سبيل المثال فإن أكثر التعاريف حدسية للأصلح بيولوجيا سيكون: "الأصلح" من الأنواع للبقاء فى "كوة" معينة، بمعنى أن النمر هو الآلة الأمثل التى تشغل "الكوة" التى تشغلها النمر. الأمثلة النموذجية المعاكسة لهذا النوع من "بقاء الأصلح" هى التكيفات مثل: ذيل الطاوس، الذى يبدو أنه يجعل العضو أقل تلاؤما فى استغلال الكوة التى يشغلها. مثل هذه الموضوعيات تبدو أنها تقلل من قابلية نظرية دارون لملاءمة أغراضها الجذرية، (التكيف مثلا) والتى تشرح أن التصميم الواضح فى العناصر الحية يمكن أن يكون قد أتى للوجود، من خلال عمليات قوانين فيزياء عمياء على مادة غير حية دون تدخل من مصمم غائى.

إبداع ريتشارد داوكنز Richard Dawkins الذى وضعه فى كتابه "الجين الأنانى وصانع الساعات الأعمى" "The Blind Watchmaker" و "The Selfish Gene" هو دعوى مرة أخرى لصحة النظرية الغالبة. لقد ناقش أنه لا واحدة من الموضوعيات السائدة فى فهم النموذج الدارويني تتحول، من خلال البحث المتئد أو الحذر، لأن تصبح ذات جوهر. وبكلمات أخرى فإن دعوى داوكنز أن نظرية دارون عن التطور لا تمدنا بتفسير كامل على أصل تكيف الأنواع البيولوجية. داوكنز يُفصل أو يُحكّم نظرية دارون فى شكلها الحديث كنظرية فى "إعادة النسخ". النسخ الصالح هو الذى يجيد إعادة نسخ نفسه فى بيئة معينة، وهو الذى أخيرا يحل محل كل أنواعه، لأنهم،



وبالتعريف، هم الأكفاء الذين يستحقون جعل أنفسهم يعاد نسخها. ليست الأنواع الصالحة هي التي تبقى (دارون لم يتعرف على ذلك بالضبط) ولكن أنواع الجينات الصالحة هي التي تبقى. أحد النتائج التي تتلو ذلك هي أنه أحياناً قد يقوم الجين بإزاحة أو عزل جينات أخرى (مثل جينات ذبول أقل إرهاباً في الطواويس) بوسائل (مثل الانتقاء الجنسي) التي لا تعزز بصفة خاصة الأصلح (مثل ما في إعادة النسخ) من أحسن الجينات التي تعيد نسخ ذواتها. ومن هنا جاء مصطلح "الجين الأناني". فصل داوكنز كل الموضوعيات ووضح أن نظرية دارون كانت تأويلاً صحيحاً، وأنها لا تشتمل على أية صدوع يجرى الحديث عنها، وأنها بالفعل فسرت أصل "التكيف".

إنها بالذات وجهة نظر داوكنز في الدارونية التي أصبحت النظرية الغالبة في التطور بالمعنى البراجماتي. ومع ذلك تظل بكل المعاني "النموذج" الغالب. كثير من البيولوجيين والفلاسفة تنتابهم أفكار بأن ثمة فجوة في هذا التفسير، على سبيل المثال وبمثل ما ذهبت إليه نظرية كون في "التثوير العلمي" وتحدياتها للصورة البوبرية للعلم، ثمة نظرية تطور ذات صلة تتحدى صورة داوكنز عن التطور. وهي نظرية "التوازن المتقطع" *punctuated equilibrium* التي تقول بأن التطور يحدث في شكل تفجرات قصيرة فيما بين فترات طويلة من التغيرات غير الانتقائية بين كل تفجر وآخر. هذه النظرية قد تبدو حتى كحقيقة صحيحة. إنها لا تتناقض مع نظرية "الجين الأناني" بأكثر مما تتعارض نظرية المعرفة البوبرية مع اقتراح أن الثورات المفهومة لا تقع كل يوم، أو أن العلماء دوماً ما يقاومون الإبداعات الرئيسية. ولكن بالضبط كما حدث مع نظرية كون، فإن الطريقة التي قدمت بها نظرية "التوازن المتقطع"، وكل سيناريوهات الثورات النوعية الأخرى، كحل للمشاكل المزعوم إغفالها أو عدم الانتباه لها في النظرية الثورية الغالبة، تكشف إلى أي مدى لم يتم بعد استيعاب قوة التفسير في نظرية داوكنز.

لم تزل بعد نتيجة سيئة الحظ لكل "الخيوط الأربعة" وهى أن النظريات الغالبة قد تم رفضها كتفسير بدون وجود تفسير تنافسى جاد استطاع أن يصبح سائداً. ذلك أن مناصرى النظريات الغالبة - بوبر، تورنج، إيفريت، داوكنز وكل ما قدموه من دعم، قد وجدوا أنفسهم فى حالة دفاع ضد النظريات المهجورة. التحدى بين بوبر ومعظم ناقديه وكما قلت فى الفصلين الثالث والسابع كان يدور بفاعلية حول الاستقرار. تورنج قضى السنوات الأخيرة الفاعلة فى حياته مدافعاً عن الاقتراح القائل بأن الفعل البشرى لا يعمل بواسطة قوى طبيعية فائقة القدرة، كما ترك إيفريت البحث العلمى عندما لم يصل إلى أى طريق ولعدة سنوات لم يتم إبراز نظرية "التعددية" كنظرية قائدة إلا بمعرفة بريس دى ويت منفرداً حتى حدث تقدم فى الكونية الكمية خلال السبعينات من القرن الماضى، والتي أجبرت الآخرين على القبول البراجماتى لها فى المجال. ولكن مناصرى نظرية التعددية كتفسير نادراً ما وجدوا تفسيرات منافسة. (نظرية دافيد بوهم التى أشرت إليها فى الفصل الرابع تمثل استثناء) وبدلاً من ذلك وكما لاحظ مرة الكونى دينيس سكياما Dennis Sciama عندما تأتى المسألة إلى تأويل ميكانيكا الكم فإن معيارية المناقشة تصل فجأة إلى الصفر. مناصروا نظرية تعدد الأكوان واجهوا تماماً غواية جزئية وغير هيابة لكنها كنيبة وغير متماسكة لتأويلات كوبنهاجن والتي يصعب حالياً العثور على من يظل معتقداً فيها وأخيراً داوكنز الذى أصبح إلى حد ما المدافع العام عن العقلانية العلمية ضد الخلق من بين كل الأشياء، وبصفة أكثر عمومية ضد النظرة إلى العالم قبل العلمية والتي تمت هجرتها منذ جاليليو.

والمزعج حقاً فى ذلك أنه طالما أن المناصرين لأحسن نظرياتنا التى تشكل نسيج الحقيقة عليهم أن ينفقوا طاقاتهم العقلية فى الرفض الذى لا طائل وراءه وإعادة رفض نظريات تم تبين زيفها منذ مدة طويلة، فإن حالة أعمق معارفنا لا يمكنها أن تحقق تقدماً. كل من تورنج وإيفريت قد اكتشفا بسهولة النظرية الكمية للحوسبة. واستطاع بوبر أن يفصل نظرية التفسير العلمى (وبعدالة لا بد أن أعترف هنا بأنه فهم وفند

بعض الصلات بين نظرية المعرفة ونظرية التطور). واستطاع داوكنز على سبيل المثال أن يكون متقدماً في نظريته في تطور أفكار النسخ (الميمات mems) .

النظرية الموحدة لنسيج الحقيقة والتي هي موضوع هذا الكتاب وعلى أكثر المستويات وضوحاً واستقامة هي مجرد تجميع النظريات الغالبة الأربعة والأساسية في مجالاتها. وبهذا المعنى فهي النظريات الغالبة في هذه المجالات الأربعة عندما تؤخذ ككل. حتى بعض الصلات بين الخيوط الأربعة أصبحت معروفة على نحو واسع والفرضية التي أطرحها هنا إذن تأخذ شكل "النظرية الغالبة صادقة بعد كل شيء" أنا لست أعلن فقط أخذ كل من النظريات الأساسية مأخذ الجد كتفسير للمادة/ الموضوع لها، ولكنني أناقش أن أخذهم معاً سيمدنا بمستوى جديد من التفسير لنسيج موحد للحقيقة.

وقد ناقشت أن أياً من الخيوط الأربعة لا يمكن فهمه بدقة منفرداً أو مستقلاً عن الثلاثة الأخرى ربما يكون هذا هو المفتاح للسبب في أن هذه النظريات الأربعة لم تصادف التصديق بها أو الاعتقاد فيها. كل من التفسيرات الأربعة منفرداً شارك الأخريات في خاصية غير جذابة حيث تنوع النقد الموجه لها بين "مثالية" و"غير واقعية" و"ضيقة" و"غير ناضجة" وأيضاً "باردة" و"ميكانيكية" و"ينقصها الحس الإنساني" أعتقد أن هناك بعض الحقيقة في الشعور الشجاع وراء مثل هذا النقد على سبيل المثال أن بين هؤلاء من ينكرون إمكانية الذكاء الصناعي ويجدون أنفسهم من ناحية الأثر ينكرون أن الدماغ شيء فيزيائي، وقلة يحاولون حقيقة التعبير عن نقد أكثر معقولة: إن تفسير تورنج للحوسبة يبدو أنه لا يدع مجالاً حتى من حيث المبدأ لأي تفسير مستقبلي بمصطلحات الفيزياء لمساهمة عقلية مثل الوعي والإرادة الحرة وليس جيداً كفاية أن يرد المتحمسين للذكاء الصناعي بفضاظة بأن مبدأ تورنج يضمن أن الكمبيوتر يستطيع أي شيء يمكن للعقل أن يفعله. هذا بالطبع حقيقي ولكنها إجابة تستخدم مصطلحات التنبؤ والمشكلة أو العضلة هي جزء من التفسير. ثمة فجوة تفسيرية.

وأعتقد أنه يمكن ملء هذه الفجوة بدون استحضار الثلاثة خيوط الأخرى الآن وكما قلت سابقاً تخميني هو أن العقل البشرى هو كمبيوتر تقليدي وليس كمبيوتر كمي، ولذا فأنا لا أتوقع أن يكون تفسير الوعي من أى نوع من ظاهرة الحوسبة الكمية. ومع ذلك أتوقع أن التوحيد بين الحوسبة ونظرية الكم وربما التوحيد الأعرض لكل الخيوط الأربعة ليكون أساسيا للتقدم الفلسفي الأساسي الذي يجعل فهم الوعي سيفيخ علينا ذات يوم. ومخافة أن يجد القارئ في هذا تناقضاً دعني أستحضر مشابهاً لمشكلة مماثلة من عصور مبكرة "ما الحياة؟". هذه المشكلة قام دارون بحلها. وروح ذاك الحل هي فكرة أن التعقيد والغائية الواضحة للتصميم البادية على الأعضاء الحية، لم يتم بناؤها في الواقع أو الحقيقة منذ البداية، ولكنها نتيجة انبثاقية لعمليات قوانين الفيزياء. قوانين الفيزياء لم تنتدب بصفة خاصة أشكال الفيلة والطواويس بأى طريقة أكثر مما فعل "الخالق". إنهم لا يقيمون أى مرجعية للمخرجات، خاصة الانبثاقى منها، وإنهم فقط يحددون القواعد التى تخضع لها الذرات ومثلها "التعقيد". الآن هذا المفهوم لقانون الطبيعة كمجموعة قوانين الحركة قد أصبح مؤخراً قريب الصلة. وأعتقد أنه يمكن أن ينسب لجاليليو بصفة خاصة، وإلى حد ما لنيوتن. كان المفهوم السابق لقانون الطبيعة يقصد به القاعدة التى تقرر ماذا يحدث والمثال على ذلك هى قوانين جوهان كبلر Jo-hannes kepler عن حركة الكواكب، التى تصف أن الكواكب تتحرك فى مدارات فى شكل القطع الناقص. وهى تتوافق مع قوانين نيوتن التى هى قوانين فيزيائية بالمعنى الحديث. إنها لم تشر إلى أى قطع ناقص ولو أنها أعادت إنتاج توقعات كبلر وصحتها تحت الظروف الملائمة. لم يستطع أحد أن يفسر ما هى الحياة فى ظل مفهوم كبلر عن "قانون الفيزياء" لأنهم كانوا سينظرون ويبحثون عن قانون ينتدب الأفيال بنفس الطريقة التى انتدبت بها قوانين كبلر القطع الناقص ولكن دارون كان قادراً على التعجب إزاء كيفية عدم ذكر قوانين طبيعة للأفيال تجعل القوانين ذاتها تنتجهم تماماً كما أنتجت قوانين نيوتن القطع الناقص. وبرغم أن نيوتن لم يستخدم أياً من قوانين كبلر فما كان لاكتشافه أن يكون مفهوماً دون النظرة للعالم التى توضح تلك

القوانين. هذا هو المعنى الذى أتوقع من خلاله حل معضلة لماذا للوعى أن يعتمد على نظرية الكم. لن يتوصل بأية عمليات ميكانيكية كمية خاصة، بل سيعتمد بحسم على الميكانيكا الكمية، وبصفة خاصة على الأكوان المتعددة كصورة للعالم.

ما هو دليلى على ذلك؟ لقد قدمت بعضاً منه فى الفصل الثامن عندما ناقشت النظرة التعددية للمعرفة. ولو أننا لا نعرف ما هو الوعى، فمن الواضح علاقته الصريحة بنمو وتجسد المعرفة فى الدماغ. لا يبدو متشابهاً إذن أننا سوف نكون قادرين على تفسير ما هو الوعى كعملية فيزيائية قبل أن نعرف المعرفة بمصطلحات فيزيائية. كان مثل هذا التفسير مراوفاً ومحيراً فى النظرية التقليدية للحوسبة ولكن كما شرحت فى نظرية الكم ثمة أساس جيد للحل. المعرفة يمكن أن تفهم كتعقيد والذى يمتد عبر عدد كبير من الأكوان.

وهناك مساهمة عقلية ذات صلة إلى حد ما بالوعى وهى الإرادة الحرة. الإرادة الحرة هى الأخرى تحوز سمعة سيئة فى صعوبة فهمها فى ظل صورة العالم التقليدية. الصعوبة فى إحداث الصلح بين الإرادة الحرة وبين الفيزياء عادة ما تنسب إلى الغائية (الجبرية) ولكن الغائية ليست هى الخطأ. هو (وكما شرحت فى الفصل ١١) الزمكان التقليدى. فى الزمكان ثمة ما يحدث لى فى لحظة معينة من مستقبلى حتى ولو أن ما سيحدث هو من غير المتنبأ به، فهو بالفعل هناك، فى المقطع العرضى الملائم من الزمكان. وحديثى عن تغيير ما سيحدث فى هذا المقطع العرضى سيكون بلا معنى. الزمكان لا يستطيع ومن ثم أنا لا أستطيع أيضاً، ومع فيزياء الزمكان لا أستطيع تصور أو تخيل السبب، والأثر، ولا انفتاح المستقبل أو الإرادة الحرة.

هكذا بإحلال عدم الغائية (العشوائية) محل القوانين الغائية للحركة سوف يجعلنا لا نفعل شيئاً لحل مشكلة الإرادة الحرة طالما بقيت القوانين تقليدية. الحرية لا علاقة لها بالعشوائية. نحن نقيم وزناً لإرادتنا الحرة كقدرة على التعبير، من خلال تصرفاتنا،

عن من نكون كأفراد. من الذى سيقوم وزناً لأن نكون مجرد عشوائية؟ ما الذى نفكر فيه على أن تصرفاتنا الحرة ليست هى العشوائية أو غير غائية بل تلك الغائية على مدى واسع بمعرفة ما نكون عليه، وما الذى نفكر فيه، وما هو الموضوع أساساً (ولو أنها غائية على مدى واسع، فهى قد تكون غير متنبأ بها على مدى واسع فى الواقع العملى لأسباب تعود لـ "التعقيد").

خذ فى اعتبارك هذه العبارة النموذجية التى تشير إلى الإرادة الحرة: "بعد تفكير حذر اخترت أن أقوم بالعمل X ولم أكن لأختار غيره إنه الاختيار الصائب أنا أجد اتخاذ مثل هذه القرارات". فى ظل أى صورة تقليدية فى العالم ستكون هذه العبارة بدون معنى تماماً. فى صورة التعددية سيكون تجسيد فيزيائى واضح كما يظهر فى القائمة/ الشكل (١٣-١) أنا هنا لا أقترح تعريفاً أخلاقياً أو جمالياً فى مصطلحات هذا التجسيد، أنا فقط أريد أن أشير إلى أنه على سبيل الشكر لسمة التعددية فى الحقيقة الكمية، فإن الإرادة الحرة والمفاهيم ذات الصلة قد أصبحت الآن متناغمة مع الفيزياء.

وهكذا فإن مفهوم تورنج عن الحوسبة يبدو أقل من حيث عدم اتصاله بالقيم البشرية، وليس ثمة عوائق لفهم الخواص البشرية كإرادة الحرة، بالإضافة إلى أنها مفهومة فى ظل متعدد الأكوان. نفس المثال يبرئ نظرية إيفريت نفسها، على السطح فيها ثمة فهم لظاهرة التداخل هو أن تنشئ أو تفاقم خطورة عديد من العضلات الفلسفية. ولكن هنا وفى كثير من الأمثلة التى أعطيتها فى هذا الكتاب نرى أن الحالة هى العكس. إن إثمار نظرية التعددية كخصيصة للحل لعديد من المشكلات الفلسفية التى ظلت طويلاً بدون حل، هذه الثمار عظيمة لدرجة استحقاقها لأن نتبناها ولو لم يقم عليها دليل فيزيائى على الإطلاق. بالطبع فقد ادعى الفيلسوف دافيد لويس-David Lewis فى كتابه عن تعدد العوالم On the plurality of worlds بوجود التعددية لأسباب فلسفية فقط.

بعد تفكير حذر اخترت أن أفعل "X"

بعد تفكير حذر بعض النسخ منى  
(متضمنة المتحدث نفسه) اختارت أن  
تفعل "x"

لم أستطيع أن أختار شيئاً آخر

بعض النسخ منى اختارت شيئاً آخر

لقد كان القرار الصحيح

تمثل القيم الأخلاقية والفنية (الجمالية)  
والتي انعكست في خيارى X قد تكررت  
بشكل كبير في متعدد الأكوان أكثر من  
غيرها من الخيارات الأخرى المنافسة  
لها.

لقد كنت صائباً في اتخاذ هذا القرار

النسخ منى التى اختارت X وتلك التى  
اتخذت نفس القرار الصحيح فى مثل  
هذه المواقف: تفوق عددياً تلك التى لم  
تفعل ذلك.

قائمة (١٢-١) تمثيل فيزيائى لبعض العبارات التى تشير إلى الإرادة الحرة

فى التحول مرة أخرى لنظرية التطور يمكننى أن أنسب نفس المعنى لهؤلاء الذين  
انتقدوا التطور الداروينى على أرضية أن من غير المتفق مع خصائص مثل هذا التكيف  
المعقد يمكن أن يظهر أو يبرز فى وقت معين. كما أن واحداً من نقاد داوكنز أراد أن  
يندهش من المحيط الحيوى كما نفعل لو أن كومة من قطع الغيار قد قُذِف بها جميعاً  
بحيث تسقط على نموذج طائرة بوينج ٧٤٧. على السطح من ذلك أن هذا النقد يقيم  
مشابهة جبرية بين: على جانب منها بلايين السنين من المحاولات الواسعة للكواكب فى  
الخطأ، وعلى الجانب الآخر الوقوع الفوري لسقوط هذه الكومة دفعة واحدة سيكون  
هذا مبدأً أساسياً لافتقاد النقطة كلها أو الهدف من التفسير التطورى. ومع ذلك هل

كان موقع داوكنز المضاد كاف تماماً كتفسير؟ لقد أراد داوكنز ألا نندهش من أن هذا التكيف المعقد قد ظهر للوجود بشكل عفوى، وبكلمات أخرى فقد ادعى أن نظريته عن الجين الأناني هي تفسير كامل ليس فى مجرى تكيف معين ولكن كيف يمكن لمثل هذا التكيف المعقد أن يحوز صفة الوجود.

ولكنه ليس تفسيراً كاملاً. ثمة فجوة تفسيرية ونحن نعرف الآن أكثر كثيراً كيف للخيوط الأخرى أن تملأها. لقد رأينا حقيقة أن التنوعات الفيزيائية يمكنها تخزين المعلومات، يمكنها أن تتفاعل مع بعضها لكى تنقل هذه المعلومات أو إعادة نسخها، وأن هذه العمليات مستقرة، وكلها تعتمد على تفاصيل نظرية الكم. والأكثر من ذلك أننا رأينا أن وجود معيدى النسخ المتكيفين بشدة يعتمد على الملاعة الفيزيائية لجيل الحقيقة التقديرية والعالمية، والتي يمكن فهمها كنتيجة لمبدأ عميق، مبدأ تورنج، الذى يربط بين الفيزياء ونظرية الحوسبة، والذى لا يشير بوضوح لمعيدى النسخ أو التطور أو البيولوجيا على الإطلاق.

وهناك فجوة مشابهة فى نظرية المعرفة البوبرية. حيث إن نقادها تعجبوا كيف للأسلوب العلمى أن يعمل، أو ما الذى يقوم اعتمادنا على النظريات الأحسن. وهذا قادهم إلى التوق الشديد إلى مبدأ الاستقرار أو شىء من هذا النوع (ولو إنه بالنسبة للاستقرائين اللغزين، فإنهم عادة ما يدركون أن مثل هذا المبدأ لا يشرح ولا يقوم أى شىء أيضاً). وبالنسبة للبوبريين للرد على ذلك فقد قالوا بأنه ليس ثمة شىء اسمه "التقويم"، أو أنه ليس على سبيل العقلانية الاعتماد على النظريات ما لم تمدنا بالتفسير. وحتى بوبر قال: "ليس ثمة نظرية للمعرفة تطمح لأن تشرح لنا لماذا نحن ناجحون فى محاولتنا لتفسير الأشياء." ("المعرفة الموضوعية" ص ٢٣). ولكن بمجرد فهمنا لأن نمو المعرفة البشرية هو عملية فيزيائية فسوف نرى أنه لا يمكن أن يكون من غير الشرعى أو غير الصحيح أن نفسر كيف ولماذا حدثت. إنها نظرية واقعية أو حقيقية تلك التى تتعلق بالظروف التى فى ظلها ينمو أو لا ينمو أى كم فيزيائى (المعرفة).



التأكيد الواضح لهذه النظرية مقبول بشكل واسع. ولكنه لا يمكننا العثور على تفسير لماذا هي حقيقية بمعزل عن نظرية المعرفة بذاتها: فى هذا المعنى الضيق كان بوبر على حق. لا بد للشرح أن يشمل الفيزياء الكمية ومبدأ تورنج وكما شدد بوبر، ونظرية التطور.

المناصرون للنظريات الغالبة فى كل من الحالات الأربع كانوا دائماً فى حالة دفاع إزاء توقع ناقدتهم لملء هذه الفجوات التفسيرية. وهذا أجبرهم عادة على التراجع إلى مجرى نظرياتهم. "هنا أقف، ولا أستطيع فعل أى شىء آخر" هذا هو جوابهم الدائم، حيث يعتمدون على الدليل الذاتى غير العقلانى لهجر النظرية الأساسية غير المنافسة فى ميدانهم المعين وهذا يجعلهم ضيقين جداً بالنسبة لناقديهم وهو ما يولد تشاؤماً بالنسبة للمشهد فى مزيد من التفسير الأساسى.

على الرغم من كل الأعذار التى قدمتها للنقاد الذى يصبون نقدهم على النظريات المركزية، فإن تاريخ كل الخيوط الأربعة يوضح أن شيئاً سيئاً قد حدث للعلوم الأساسية والفلسفة على مدى معظم القرن العشرين. شبيه "الوضعية" و"الأداتية" فى النظرة للعلم قد تم الوصل بينها وبين صورة ذهنية قليلة الثقة بذاتها ومتشائمة إزاء التفسيرات الذكية فى وقت سادت فيه الوجهة واللافائدة وبالطبع تمويل للأبحاث الأساسية... كلها جميعاً فى مستواها الأعلى. كانت هناك ثمة استثناءات فردية بما فيهم الأبطال الأربعة فى هذا الفصل. ولكن الأمر الذى لم يسبق له مثيل أن نظرياتهم تكيفت مع ذلك وتم تجاهلهم كأنهم يتحدثون لأنفسهم. وأنا لا أدعى أن لدى تفسير كامل لهذه الظاهرة ومهما كان ما تسببت فيه فيبدو أننا نخرج منها الآن.

لقد أوضحت سبباً واحداً على طريق المساهمة وأعنى به أن كل نظرية من الأربعة وبشكل منفرد لديها فجوات تفسيرية والتى تجعلهم يبدون كأنهم ضيقون وغير إنسانيين ويدفعون إلى التشاؤم. ولكننى اقترحت بأنه لو تم الأخذ بأربعتهم معا أو مجتمعين كتفسير متحد لنسيج الحقيقة، فإنه يمكن لهذه الخصيصة سيئة الحظ أن

تتعاكس أو تتحول. وبعيداً عن إنكار الإرادة الحرة، وبعيداً عن وضع القيم البشرية في كتيب بحيث يصبحون من نافلة القول أو بدون معنى، وبعيداً عن أن نكون متشائمين، إنها نظرة للعالم أساسية ومتفائلة تلك التي تضع العقول البشرية في قلب الكون الفيزيائي وتضع التفسير والفهم في مركز الأهداف البشرية. وأمل ألا نقضى وقتاً طويلاً في النظر للخلف للدفاع عن هذه النظرة المتحدة في ظل عدم وجود نظرات منافسة لها. لن يكون هناك نقص في المنافسين، عندما نأخذ هذه النظرية المتحدة لنسج الحقيقة، بشكل جاد وندعمها على نحو أكثر من ذي قبل. إنه الوقت للتحرك إلى الأمام.

اصطلاحات.

<p>النموذج:</p> <p>Paradigm</p>	<p>مجموعة الأفكار التي من خلالها يظن المقتنعون بها أنهم يلاحظون ويشرحون كل شيء طبقاً لخبراتهم فيه. وطبقاً لتوماس كون فإن التمسك بمثل هذه النظرة يعمى المرء ويدفعه إلى الالتفات عن نموذج جديد. بحيث يصعب على المرء الخروج من ذلك فالمرء لا يستطيع فهم نموذجين في وقت واحد.</p>
<p>تأويلات كوبنهاجن</p> <p>ليكانيك الكم:</p> <p>Copenhagen Interpretation of quantum mechanics</p>	<p>هي فكرة لجعل الأمر أكثر سهولة في تجنب تعقيدات نظرية الكم لطبيعة الحقيقة. في لحظات الملاحظة فإن المخرجات في واحد من الأكوان يفترض أنها تكون حقيقية، بينما في سائر الأكوان الأخرى - حتى تلك التي تساهم في تلك المخرجات - يصبح الأمر على نحو آخر كما لو كان غير موجود. وفي ظل هذه النظرة ليس مسموحاً للمرء أن يسأل عما يحدث في الحقيقة فيما بين الملاحظات الواعية.</p>

## الخلاصة:

التواريخ العاقلة للنظريات الأساسية للخيوط الأربعة تشتمل على توازنات ملحوظة. أربعتهم تم قبوله في وقت واحد (للاستخدام العملي) كما تم تجاهلهم (كتفسير للحقيقة). وسبب واحد لذلك يتمثل في أنه تم الأخذ بكل منهم منفردة وكل منها لديه فجوات تفسيرية، بحيث تبدو باردة وتدعو للتشاؤم. لتأسيس نظرة للعالم بناء على أي منها منفردة فإن ذلك من شأنه وعلى نحو تعميمي أن يؤدي إلى الإنقاص reductionist بينما لو تم الأخذ بهن مجتمعات معا كتفسير متحد لنسيج الحقيقة فإن الأمر لن يستمر كذلك.

ماذا بعد؟



## الفصل الرابع عشر

### نهایات الكون



”ولو أن التاريخ لا معنى له فإننا نستطيع أن نعطيه المعنى“

كارل بوبر فى كتابه ”المجتمع المفتوح وأعداؤه“

### Open society and its Enemies

عندما كنت فى مجرى بحثى عن أسس أو جذريات ميكانيكا الكم كنت منتبهاً فى البداية إلى الروابط بين فيزياء الكم والحوسبة ونظرية المعرفة، ونظرت إلى هذه الروابط كأدلة على الاتجاه التاريخى لأن تبطلع الفيزياء موضوعات بدت فى السابق كأنها لا صلة لها بها. على سبيل المثال فإن الفلك كان يرتبط بفيزياء المحيط الأرضى أو الدنيوى أو المرتبط بساكنى الأرض، وذلك بواسطة قوانين نيوتن، ولعدة قرون بعدها ذاب أغلبها لتصبح فيزياء الفلك. وبدأت الكيمياء تصبح خلاصة أو ذروة الفيزياء بواسطة اكتشافات فاراداي فى الكيمياء الكهربائية، وقدمت نظرية الكم جزءاً ملحوظاً فى الكيمياء الأساسية التى تم التنبؤ بها مباشرة عبر قوانين الفيزياء وحدها. وابتلعت النظرية العامة للنسبية لأينشتاين الهندسة فى جعبتها، واستطاعت بذلك إنقاذ كل من الكونية ونظرية الزمن من حالتها السابقة التى تلخصت فى الفلسفة المحضة ودمجتها بالكامل كفروع للفيزياء. ومؤخراً، كما أسلفت، أدمجت بدورها نظرية ارتحال الزمن.

وهكذا حوى المشهد المتقدم لفيزياء الكم ليس فقط نظرية الكم، ولكن أيضاً - من بين كل الأشياء - نظرية البرهان التى كان لها اسم بديل هو ما وراء الرياضيات Meta- mathematic والاسمان يبدوان لى كدليل على الاتجاهين: أولاً أن المعرفة البشرية ككل كانت مستمرة فى سعيها للوصول إلى بناء وحدوى تطمح فى أن يكون مفهوماً بالمعنى القوى للفهم كما أمل فيه. وثانياً: أن البناء الوحدوى ذاك سوف يشتمل على أعرض وأعمق نظرية عن الفيزياء الأساسية.

سيعرف القارئ أنني قد غيرت رأيي عن النقطة الثانية. سمات نسيج الحقيقة الذي أقترحه الآن ليس عن الفيزياء الأساسية وحدها. وعلى سبيل المثال فإن نظرية الكم للحوسبة لم تؤسس على استنباط المبادئ الخاصة بالحوسبة من فيزياء الكم وحدها وإنما شملت مبدأ تورنج الذي كان يحمل بالفعل مسمى حدس تشرش/ تورنج Turing/ church كأساس لنظرية الحوسبة. ولم تستخدم أبداً في مجال الفيزياء، ولكنني ناقشت كيف لكي نفهمها جيداً فمن الواجب اعتبارها كمبدأ في الفيزياء. إنها تتساوى مع مبدأ حفظ الطاقة والقوانين الأخرى للديناميكا الحرارية بمعنى أنه في حدود أقصى معارفنا تمثل اضطراباً أو كبحاً تتطابق معه باقي النظريات. ولكن على غير ما هي عليه القوانين القائمة للفيزياء، فإن له سمة انبثاقية تشير مباشرة لخواص الماكينات أو الآلات المعقدة وبالتالي إلى العمليات والموضوعات دون الذرية (ومن القابل للمناقشة في ذلك القانون الثاني للديناميكا الحرارية - مبدأ انتشار الطاقة ومعامل قياسه - وكلاهما له نفس السمة).

وبالمثل لو فهمنا المعرفة والتكيف كبناء يمتد عبر عدد كبير من الأكوان، فسننتوقع أن مبادئ نظرية المعرفة والتطور سيكونان قابلين للتعبير عنهما مباشرة كقوانين لبناء متعدد الأكوان. بمعنى أنهما قوانين فيزيائية، ولكن عند مستوى معين من الانبثاق ولعلني أعتزف أن نظرية التعقيد الكمية لم تصل بعد للحد الذي يمكن معه التعبير بمصطلحات فيزيائية عن مقترح أن المعرفة يمكنها أن تنمو فقط في حالة تتطابق فيها مع النموذج الذي قدمه بوير والموضح في الشكل (٢ - ٣). ولكن هذا نوع من المقترحات أتوقع ظهوره في النظرية الوليدة "نظرية كل شيء": نظرية التفسير الشامل والتنبؤ لكل الخيوط الأربعة.

وبما أن الأمر كذلك، فإن مشهد أن فيزياء الكم تبتلع باقي الخيوط، يجب النظر إليه على أنه مجرد مشهد فيزيائي ضيق ربما شابه التلويث أو الإفساد عبر الإنقاص reductionism . بالطبع لأن كلاً من الخيوط الثلاثة الأخرى تبلغ من الثراء درجة تكفي



لأن يشكل بعض الناس نظرتهم للعالم بنفس الطريقة التي تفعلها به الفيزياء الأساسية. وقد فكر ريتشارد داوكنز مرة بقوله. إذا استطاعت مخلوقات فضائية متفوقة أن تزور الأرض، فإن أول سؤال سيتبادر إليهم هو (هل اكتشفوا التطور بعد؟). كما وافق فلاسفة كثيرون مع رينيه ديكارت Rene Descartes على أن نظرية المعرفة هي التي تحدد كل أنواع المعارف الأخرى وأن شيئاً مثل جدليته "cogito ergo sum" (\*) هي التفسير الجذري الذي لدينا. وكثير من علماء الكمبيوتر تأثروا بالاكشافات المؤخرة عن الصلات بين الفيزياء والحوسبة لدرجة أنهم استنتجوا أن الكون هو كمبيوتر، وأن قوانين الفيزياء هي البرنامج الذي يعرضه الكمبيوتر. ولكن كل هذه مشاهد ضيقة ومراوغة حتى، بشأن النسيج الحقيقي للحقيقة. ومن الناحية الموضوعية فإن التركيب الجديد له سمته الخاصة به، والتي تختلف جوهرياً عن كل الخيوط الأربعة التي يوحدتها.

على سبيل المثال فقد لاحظت أن النظريات الأساسية التي تمثل الخيوط الأربعة قد تم نقدها، وفي جزء من النقد كان الهدف هو تقويمها، وشمل النقد "عدم النضج" وأنها "ضيقة" أو "فاترة" وهكذا... وكان ذلك من قبل الفيزيائيين أتباع الإنقاص مثل ستيفن هوكينج Stephen Howking حين يقول "الجنس البشرى هو مجرد نفاية كيميائية لا أهمية فيزيوفلكية لها". ومن جانبه فكر ستيفن وينبرج Steven Weinberg "كلما بدا الكون أنه أكثر قابلية للفهم كلما بدا تافهاً أو كليلاً، ولكن إن لم يكن ثمة عزاء لما تشره بحوثنا، فهناك عزاء لنا في البحوث ذاتها" في كتابة دقائق الثلاثة الأولى The first

---

(\*) "cogito ergo sum" هو الكوجيتو الديكارتى "أنا أفكر أنا إذن موجود" وأول من صكه رينيه ديكارت Rene Descartes باعتباره الخطوة الأولى للحصول على المعرفة المعينة. وهي العبارة التي اجتازت اختبار فلسفته الشكية، لأنه لو أن شيئاً موجوداً حاول أن يخدعنى فلا بد أن أكون موجوداً لكى يخدعنى. (المترجم)

three minutes ص ١٥٤ . ولكن أى من غير المتورطين فى الفيزياء الأساسية قد يتعجب لماذا؟

بالنسبة للحوسبة فقد لاحظ عالم الكمبيوتر توماسو توفولى (\*) Thomasso tofoli "أننا لا نقوم بالحوسبة، إنما نتعثر فقط فى طريق الحوسبة التى هى جارية بالفعل". بالنسبة له لم تكن هذه المقولة معبرة عن صرخة يأس وإنما على العكس. وإنما نقاد النظرة الكمبيوترية للعالم لم يشاءوا أن يروا أنفسهم كأنهم يُجرون برنامج ألفه آخرون على كمبيوتر لا يخصهم أيضاً. وعلى نحو ضيق استنتجوا نظرية متطورة تعتبر أننا مجرد "عربات" لجيناتنا ومماتنا لكى تعيد نسخ نفسها، ورفضت أن تعلن عن السؤال لماذا صاغ التطور تحولاً لإبداع تكيف معقد مثل هذا، أو أن هذا التكيف المعقد يلعب دوراً فى المخطط العام للأشياء. ونفس الأمر بالنسبة للاستقراءيين الملغزين كان نقدم لنظرية المعرفة البوبرية بأنه بينما تقرر النظرية شروط نمو العلمية، فهى تبدو غير مفسرة لماذا تنمو - لماذا تُبدع نظريات تستحق الاستخدام.

وكما شرحت فإن الرد عليهم فى كل حالة يعتمد على إضافة تفسيرات من بعض الخيوط الأخرى. نحن لسنا مجرد "نفاية كيميائية" لأن (مثلاً) السلوك الإجمالى لكوكبنا والنجوم والمجرات يتوقف على كمية فيزيائية طارئة ولكنها أساسية. هى المعرفة فى مثل هذه النفاية. إبداع العلم للمعرفة النافعة وإبداع التطور للتكيف يجب أن يفهما على أنهما انبثاق للتشابه الذاتى الذى تم التعامل معه بمعرفة مبدأً فيزيائى هو مبدأ تورنج وهكذا...

---

(\*) توماسو توفولى Thommaso tofoli أمريكى من أصل إيطالى يعمل أستاذاً للكهرباء وهندسة الكمبيوتر بجامعة بوسطن، حصل على الدكتوراه فى الفيزياء من جامعة روما عام ١٩٦٧، وفى عام ١٩٧٦ حصل على دكتوراه أخرى فى الحاسب وعلوم الاتصالات من جامعة ميتشجان، وهو يعرف باكتشافه لما أصبح يعرف بـ"بوابة توفولى"، كما تتركز أعماله على "الخلايا الأوتوماتية" ونظرية "الحياة الاصطناعية". (المترجم)

وعلى هذا النحو فإن المشكلة فى اتخاذ أى من هذه الخيوط بشكل منفرد كأساس لتشكيل نظرة عن العالم من خلالها وحدها، تتلخص فى أن كل منها إلى حد ما يعتبر من قبيل "الإنقاص" بمعنى أنهم يتكشفون عن وحدة كلية متناغمة لبناء تفسيري من خلاله يبدو كل شيء يأتى تابعا لأفكار عميقة جداً. ولكن هذا يترك مجالاً لعناصر غير مشروحة أو مفسرة تماماً. ويتناسق مع ذلك أن البناء التفسيري لنسيج الحقيقة الذى تمدنا به وهى مجتمعة ليس تراتبياً أو هرمياً، كل من الخيوط الأربعة تحتوى على مبادئ هى انبثاقات من المشهد العام للثلاثة الأخريات، ومهما يكن فهى تساعد فى تفسيرهم.

ثلاثة من الخيوط الأربعة يبدو أنها تحكم الجنس البشرى والقيم الإنسانية عبر مستوى أساسى من التفسير. أمّا الخيط الرابع وهو نظرية المعرفة فيجعل المعرفة مسألة لها الأولوية، ولا يعطينا سبباً للنظر إلى نظرية المعرفة فى ذاتها على أنها ذات صلة تقع وراء نفسيات جنسنا البشرى. المعارف تبدو مفهومة جزئياً حتى ننظر إليها من منظور التعددية. ولكن إذا كانت المعارف هى تفسيرات أساسية فيمكننا أن نسأل ما هو نوع الدور الذى يبدو الآن وكأن إبداع المعرفة هى ذاوتنا داخل نسيج الحقيقة الوجودى. هذا السؤال سأل عالم الكونيات فرانك تبلر Frank Tipler وتعد إجابته عبر "نظرية: نقطة النهاية The omega point theory" مثلاً جيداً لنظرية حول نسيج الحقيقة ككل فى إطار المعنى الذى يعنيه هذا الكتاب. إنها لا تتشكل عبر واحدة فقط من الخيوط الأربعة ولكن عبر الأربعة معاً وعلى نحو لا يمكن إنقاظه أو اختزاله. وللأسف فإن تبلر نفسه فى كتابه "فيزياء الخلود The physics of immortality" عمد إلى دعاوى مبالغ فيها عن موضوعه أدت إلى رفضها من قبل معظم العلماء والفلاسفة، وجعلها بعيدة عن التداول، وبالتالي افتقد المجرى الأساسى للفكرة الجيدة التى سأتناولها توا بالشرح.

من منظوري أنا فإن أبسط نقطة يمكن الولوج منها لنظرية نقطة النهاية هي مبدأ تورنج. مولد الحقيقة التقديرية العالمي هو ممكن فيزيائياً. ومثل هذه الآلة يمكنها محاكاة أى بيئة ممكنة فيزيائية وأيضا الكينونات المفترضة والمجردة، ولأى درجة من الدقة نرغبها. وعليه فإن الكمبيوتر الخاص به له متطلبات جوهرية غير محدودة من الذاكرة الإضافية، ويمكن أن يُجرى خطوات غير محدودة العدد. وكان من قبيل التوافه إعداداته في ظل نظرية الحوسبة التقليدية حيث كان ينظر للكمبيوتر العالمي على أنه مسألة تجريدية بحتة. ادعى تورنج لنفسه شريط ذاكرة لا نهائى الطول (له خاصية الدليل الذاتى كما ظن هو) ومشغل Processor دقيق للغاية لا يحتاج قوة طاقة ولا صيانة، ووقت متاح له غير محدود؛ ولجعل النموذج أكثر عملية بالسماح بالصيانة على فترات فإن هذا لم ينشئ عواراً في المبدأ - ولكن المتطلبات الثلاثة الأخرى: قدرة الذاكرة غير المحدودة، والوقت غير المحدود لجريان العملية، ومدد دائم للطاقة - هي مسألة إشكالية في ضوء النظرية القائمة للكونيات. فى بعض النماذج الكونية السائدة سوف ينهار العالم فى انكماش كبير Big crunch بعد وقت محدود وغير محدود أيضاً. ولهذا النموذج "كروية" ثلاثية وهى الأبعاد الثلاثة التى تناظر البعدين على سطح كرة وعلى ذلك السطح فإن مثل هذه النظرة الكونية تضع حداً لقدرة الذاكرة ولعدد خطوات العمليات التى يمكن للآلة أن تنفذها قبل أن ينتهى العالم. كل ذلك يجعل هذا الكمبيوتر العالمى فى حدود المستحيل وعلى ذلك يُنتهك مبدأ تورنج فى النماذج الكونية الأخرى لأن الكون سوف يستمر فى التمدد للأبد فى إطار حيز مكاني لا محدود والذي يبدو أنه يسمح بمصدر غير محدود للمادة التى يُصنع منها شريط إضافى للذاكرة. وللأسف فإنه فى معظم هذه النماذج فإن كثافة الطاقة المتاحة والمفترض أن تمد الكمبيوتر ليستمر فى عمله، سوف تختفى مع استمرار الكون فى التمدد، ويستوجب الأمر جمعها من كل مجال خارج الحقل أو المجال، ولأن قوانين الفيزياء تضع حداً لأقصى سرعة وهو سرعة الضوء، فإن على نوبات الذاكرة فى الكمبيوتر أن تخفض من خطوها ومن

ثم تصبح النتيجة النهائية متحصلة في محدودية العمليات الحوسبية التي يمكن أن يحققها الكمبيوتر.

والكشف المفتاح في نظرية نقطة النهاية يكمن في مستوى أنها تقدم نموذجاً كونياً والذي من خلاله، ولو أن الكون محدد في المكان والزمان، فإن قدرة الذاكرة، وعدد خطوات الحوسبة الممكنة، والإمداد الكفؤ للطاقة تكون ثلاثتها غير محدودة. هذه الصعوبة أو قل الاستحالة يمكنها أن تحدث بسبب العنف اللانهائي للحظات النهائية لانهايار الكون في "الانسحاق الكبير". ومثل الانفجار الكبير والانسحاق الكبير سوف توجد أماكن هادئة أو ساكنة نادرة وبعيدة لدرجة تجعلها لا تستحق العناية بها. وشكل الكون سيتحول من الأبعاد الكروية الثلاثة إلى الأبعاد الثلاثة المشابهة لأبعاد مجسم القطع الناقص وبعدها يتناقص، ثم ينتشر مرة أخرى وعلى نحو أسرع بمعنى وجود محور مختلف للدوران، وكلا من الاتساع من ناحية، وتواتر القلب من ناحية أخرى سوف تتزايدان بدون حدود إلى حتى تصل إلى "نقطة التفرد singularity" النهائية ولدرجة أن عدداً غير محدود على (نحو حرفي) من القلب أو التذبذب سوف يحدث ولو أن النهاية ستأتي في وقت محدود. المادة وكما نعرف سوف لن تبقى، كل المادة وحتى الذرات نفسها التي سوف تمزق بشدة خلال قوى الجاذبية التي ستتولد نتيجة لتشوه الزمكان. ومع ذلك فإن هذه القوى الساحقة سوف تمتد الصورة بمصدر غير محدود للطاقة المتاحة، التي يمكن أن تسبغ القوة اللازمة لتشغيل الكمبيوتر. كيف لكمبيوتر أن يوجد في ظل مثل هذه الشروط؟ إن الأشياء التي ستتخلف وحدها بعد هذه الصورة والتي يمكنها بناء كمبيوتر سوف تكون من عناصر أولية والجاذبية نفسها والتي يفترض أنها ستكون في حالات كمية غريبة للغاية، والتي يجعلنا وجودها لا نزال نفتقر إلى نظرية كفؤة للجاذبية الكمية غير قابلة من ناحية الدقة لقبولها أو تأكيدها أو رفضها أو إنكارها (مع ملاحظة أنها من ناحية التجريب ستكون خارج المناقشة). إذا كان ثمة حالات مناسبة لتواجد العناصر ومجالات أو حقول جاذبية، فإنها ستمدنا بقدرة ذاكرة

لا نهائية، وسوف ينكمش الكون بسرعة لدرجة أن عدداً لا نهائياً من نوبات الذاكرة سوف تكون ملائمة لزمان محدود قبل النهاية. نقطة النهاية فى الانهيار الجاذبى. الانسحاق الكونى الكبير هو ما يسميه تبلر "نقطة النهاية omega point".

الآن: مبدأ تورنج يفترض أنه ليس ثمة قيد على عدد الخطوات الكمبيوترية الممكنة فيزيائياً. وعليه ففي تلك الحالة المعينة كنقطة النهاية الكونية (فى ظل فروض جديدة بالتصديق) تكون هى النموذج الوحيد التى يتحقق فيه عدد لا نهائى من العمليات الكمبيوترية، ويمكننا أن نتصور أن زمكاننا الفعلى، لا بد، يحوز شكلاً لنقطة النهاية، طالما أن كل الحوسبة ما إن تمسكت بثلاثة متغيرات لا أكثر لحمل المعلومات فمن السهل تصور أن المتغيرات الفيزيائية الضرورية (وربما ثلاثتهم من النوع الجاذب الكمى) ستتواجد هى الأخرى إلى ما حتى نقطة النهاية.

ربما لمتشكك أن يجادل فى مثل هذا النوع من التسبيب يستخدم استقراء ضخماً وغير مقوم. لقد خبرنا الكمبيوترات العالمية فقط فى أكثر البيئات تفصيلاً لدينا والتى لا تشابه المراحل النهائية من العالم. وخبرناها بتنفيذ عدداً محدوداً أو نهائياً من الخطوات الكمبيوترية، ومستخدمه كمية نهائية من الذاكرة. كيف لها أن تكون صالحة لأن تستنتج من هذه الأعداد النهائية أعداداً لا نهائية؟ ويكلمات أخرى: كيف لنا ذلك ونحن نعلم أن مبدأ تورنج فى أقوى تشكلاته هو مبدأ صحيح؟ ما هو الدليل هناك على أن الحقيقة تدعم أكثر من عالمية تقريبية؟

هذا المتشكك بالطبع سيكون استقراءياً. والأكثر من ذلك أن هذا هو بالضبط نوع التفكير (كما ناقشت فى فصل سابق) الذى يمنعنا من فهم أحسن نظرياتنا وأن نتقدم بناءً عليها. ما هو الاستنباط أو الاستقراء الذى يمكن أو لا يمكن أن يعتمد على نظرية يمكن للمرء البدء بها، إذا بدأ المرء ببعض ما هو غامض لكن جزء مما هو عادى أو مألوف من الحوسبة، مفهوم يتزياً بأحسن المتاح من التفسيرات فى الموضوع، فإن المرء سيجد تطبيقاً للنظرية خارج الظروف المألوفة وسيعتبر "استقراء غير مقوم". ولكن إذا

بدأ المرء بتفسيرات من أكثر المتاح من النظرية الأساسية، فإنه سيعتبر نفس الفكرة كحالة سوية تشوبها بعض الضبابية والتي تقع مع حد أقصى من الظروف كاستقراء غير مقوم. لكي نفهم أحسن نظرياتنا لا بد أن نأخذها بالجدية الواجبة كتفسيرات للحقيقة، وليس النظر إليها كمجرد خلاصات للملاحظات القائمة. مبدأ تورنج هو أحسن نظرياتنا في أسس الحوسبة. بالطبع نحن نعرف عددا نهائياً من اللحظات التي يتحقق فيها. ولكن هذا صحيح بالنسبة لأي نظرية علمية. حيث تبقى وستظل دائماً باقية تلك الإمكانية المنطقية القائلة بأن العالمية لا تعنى أكثر من معنى تقريبي. ولكن لا توجد نظرية منافسة في الحوسبة تدعى ذلك ولسبب جيد، لأن مبدأ العالمية التقريبية لا يحوز قوة تفسيرية. ولو مثلاً أردنا أن نفهم لماذا يبدو العالم قابلاً للفهم، سيكون التفسير هو أن العالم قابل للفهم. مثل هذا التفسير يستطيع، وهو بالفعل كذلك، أن يكون مناسباً لتفسيرات أخرى في ميادين أخرى. ولكن نظرية أن العالم هو نصف مفهوم لا تشرح شيئاً ولا يمكنها أن تتناسب مع شروح أخرى في مجالات أخرى إلا إذا كانت الأخيرة قادرة على شرحها. إنها ببساطة تعيد وضع المشكلة وتنتج ثابتاً غير مشروح أو نصف هذا الثابت. وباختصار فإن ما يُقَوَّم افتراض أن مبدأ تورنج بالكامل سيكون قائماً في نهاية العالم، هو أن افتراض آخر يفسد تفسيراً جيداً لما يحدث هنا والآن. يتحول الأمر إلى أن هذا النوع من التذبذب للفضاء الذي سيصنعه في نقطة النهاية سيكون غير مستقر بدرجة عالية (بطريقة الهوس أو "الكاوس" أو الفوضى التقليدية) وكذلك العنف الذي سيصاحبه. وسيزدادان بدرجة لا نهائية كلما اقتربت نقطة النهاية. وانحراف صغير عن الشكل الصحيح سوف ينمو بسرعة تتناقض مع استمرار الحوسبة وهكذا سيقع الانسحاق الكبير بعد عدد محدود من خطوات الحوسبة. وعلى ذلك كي يتوافق الأمر مع مبدأ تورنج ونقطة النهاية معاً، فإن الكون سيكون مستمراً في التوجه للخلف وفقاً للمسارات المنحنية الصحيحة. أوضح تبلى كيف يمكن حدوث ذلك، بأعمال مبدأ الجاذبية على كل الفضاء. على سبيل الافتراض (ومرة أخرى سنحتاج نظرية الكم للجاذبية للتأكد مما نعرفه) لو أن التقنية التي نحتاج إليها لتحقيق توازن النظم الآلية،

وتخزين المعلومات، ستتقدم باستمرار - بالطبع تتقدم فى عدد نهائى من المواقيت - كما تصبح الكثافة والضغط أكثر شدة بلا حدود. هذا سيتطلب استمرارية إبداع معارف جديدة، التى تخبرنا عنه نظرية بوبر للمعرفة، بأنها تتطلب حضور نقد عقلانى وهكذا تتواجد كينونات عبقرية. وعلى ذلك علينا أن نستخلص فقط من مبدأ تورنج وبعض الفروض المنفردة الأخرى والتى جرى تقويمها، أقول نستخلص أن الذكاء سيبقى، وسيستمر إبداع المعارف حتى نهاية الكون.

إجراءات التوازن والتثبت والمصاحب لها من عمليات إبداع المعارف، سوف يتزايدان بسرعة إلى ما حتى نوبتها الجنونية الأخيرة، كمية لا نهائية من كل منهما تحدث فى زمن محدود. نحن لا نعرف سبباً لماذا لا توجد مصادر فيزيائية متاحة لتفعل ذلك، ولكن للمرء أن يعجب لماذا على السكان أن يعبأوا بالذهاب إلى متاعب من هذا النوع. لماذا يستمرون حريصين على الانقياد للتعذيب الجنونى خلال، قل، الثانية الأخيرة للكون؟ إذا بقيت لديك ثانية واحدة فى الحياة لماذا لا تجلس وتأخذ الأمر ببساطة فى النهاية؟ ولكن بالطبع هذا عرض سيئ للوضع. ويمكن أن يكون من قبيل العرض الأسوأ. بالنسبة لعقول هؤلاء الناس ستجرى كما تجرى البرامج فى كمبيوترات تزداد سرعتها الفيزيائية بدون حدود. أفكارهم مثل أفكارنا ستكون من قبيل الحقيقة التقديرية التى تحاكي ما تنفذه هذه الكمبيوترات. ومن الصحيح أنه فى نهاية تلك الثانية النهائية سوف تتحطم كل هذه النظم الآلية المميزة. ولكننا نعرف أن السريان الموضوعى لخبرة الحقيقة التقديرية يتحدد ليس عن طريق الزمن المنقضى ولكن بالحوسبات التى تحققه عبر هذا الزمن. فى عدد لا نهائى من الخطوات الحوسبية هناك وقت لعدد نهائى من الأفكار - كثير من الوقت ليضع المفكرون أنفسهم فى بيئة حقيقة تقديرية يريدونها وليخبروها لى مدى زمنى يرغبونه. وإذا تعبوا من هذه البيئة يمكنهم الضغط على الزر للتحويل إلى بيئة أخرى، أو لى عدد من البيئات يهتمون بتصميمها. موضوعياً لن يكونوا فى المراحل الأخيرة لحياتهم ولكن فى بدايتها ولن



يكونوا فى عجلة من أمرهم لأنهم، موضوعياً، سيعيشون للأبد فى ثانية واحدة أو حتى مايكروثانية سيكون لديهم كل الزمن فى العالم ليفعلوا ويخبروا المزيد وإبداع المزيد والمزيد بلا نهاية كما لم يستطع أن يفعل أى واحد فى التعددية من قبل. وهكذا سيكون لديهم كل الباعث لتوجيه عنايتهم للتعامل مع مصادرهم أو وسائلهم. وبفعلهم هذا سيكونون مجرد مستعدين للاقاة مستقبلهم، مستقبل مفتوح ولا نهائى الذى سيكونون فيه مسيطرين بالكامل، وفى أى وقت، على ما سيجدونه أو ينزلون فيه.

ربما نأمل فى أن يكون الذكاء فى لحظة النهاية مشتملا على من انحدروا عنا. وأقول المنحدرون عنا طالما أن كينونتنا الحالية لن تستطيع البقاء قريباً من لحظة النهاية. وفى بعض المراحل سوف يحول الأدميون برامج الكمبيوتر التى هى عقولهم إلى "هاردوير" أكثر قوة ونشاطاً. بالطبع سوف يفعلون ذلك أخيراً فى عدد نهائى من الأزمنة.

النظم الآلية التى ستوجه الكون إلى نقطة النهاية تتطلب أفعالاً لتجرى فى الفضاء. ويتبع ذلك أن هذا الذكاء عليه أن ينتشر عبر الكون فى زمن يستطيع فيه القيام بالخطوات الضرورية للتثبيت أو التوفيق والتى هى واحدة من سلسلة الخطوات الحاسمة deadlines التى أوضح تبلى أننا سنلتقى بها، كما أوضح إن التقاعنا بكل منها، طبعاً لأحسن معلوماتنا الحالية، سيكون ممكناً فيزيائياً. أول خطوة حاسمة كما (المحت فى الفصل الثامن) هى أن الشمس لو تركت على ما هى عليه من مميزات وبعد حوالى خمسة بلايين من السنوات من الآن، ستصبح نجماً عملاقاً أحمر وتلهبنا بحرارتها. لا بد أن نتعلم السيطرة على الشمس وتجنب مثل هذا التأثير قبل حدوث ذلك. وبعدها علينا أن نستعمر مجرتنا وبعدها العنقود المحلى من المجرات، وبعدها الكون كله. علينا أن نفعل كل من هذه الأشياء بدرجة كافية قبل الالتقاء بالخطوة الحاسمة المتصلة بالموضوع ولكن علينا ألا نتقدم بسرعة لدرجة استخدام كل الوسائل الضرورية قبل تنمية المستوى التالى من التقنية.

أقول إنه يجب علينا أن نفعل كل ذلك، ولكن ذلك فقط بافتراض أننا كنا السلف الفعلى للذكاء الذى سيوجد فى لحظة النهاية. نحن لا نحتاج لأن نلعب هذا الدور إذا كنا لا نريده. إذا اخترنا عدم الرغبة فيه، وإذا كان مبدأ تورنج صحيح، إذن علينا أن نكون متاكدين أن بعضاً غيرنا (افتراضياً بعض العاشقين الأذكاء خارج جو الأرض) سيفعلون.

وفى هذه الأثناء، فى الأكوان المتوازية، فإن نظرائنا يتخذون نفس الخيارات. هل سينجحون جميعاً؟ أو لنضع ذلك على نحو آخر، هل لأحد ما سينجح بالضرورة فى إنشاء أو خلق نقطة نهاية فى كوننا؟ هذا يعتمد على التفصيل الرقيق الصافى أو البارع لمبدأ تورنج الذى يقول أن الكمبيوتر العالمى ممكن فيزيائياً؟ و"ممكن" عادة ما تعنى "فعلى" فى هذا الكون أو فى بعض الأكوان الأخرى. هل يتطلب المبدأ بناء كمبيوتر عالمى فى كل الأكوان أو فى بعضها فقط أو ربما فى معظمها؟ نحن لا نعرف المبدأ بعد بالدرجة الكافية لأن نقرر. بعض مبادئ الفيزياء مثل مبدأ بقاء الطاقة يسرى فى مجموعة من الأكوان وربما ينتهك فى ظل بعض الظروف فى أكوان منفردة. وبعضها مثل مبدأ بقاء الشحنة يتحقق بصرامة فى كل كون. وأكثر شكلين بساطة لمبدأ تورنج سيكونان:

١- هناك كمبيوتر عالمى فى كل الأكوان.

أو

٢- هناك كمبيوتر عالمى على الأقل فى بعض الأكوان.

وجهة النظر القائلة بـ"كل الأكوان" تبدو قوية جداً للتعبير عن الفكرة الجوهرية بأن مثل هذا الكمبيوتر ممكن فيزيائياً. ولكن "على الأقل فى بعض الأكوان" تبدو ضعيفة، وعلى السطح من ذلك، طالما أن العالمية تقوم فى قليل من الأكوان وبالتالي تفقد قوتها التفسيرية. لكن فى "معظم الأكوان" سوف تتطلب مبدأ تحديد نسبة مئوية معينة، فلتقل

٨٥ ٪ والتي تبدو معقولة أو مقبولة جدا (ليس ثمة "ثوابت" طبيعية في الفيزياء تذهب للحد الأقصى فيما عدا "الصفر") وعلى ذلك أثر تبلر "كل العوالم" وأنا أوافق. على أن هذا هو أكثر الخيارات الطبيعية في حدود القليل الذي نعرفه.

هذا هو كل شيء يجب قوله عن نظرية لحظة النهاية أو مكوّناتها العلمي الذي أَدافع عنه. والمرء يستطيع الوصول لنفس النتيجة عبر عدة نقاط بدء مختلفة في ثلاثة من الخيوط الأربعة. واحدة منها تتمثل في مبدأ نظرية المعرفة القائل بأن الحقيقة هي القابلية للفهم. هذا المبدأ أيضاً قد تم تقويمه منفرداً حتى الآن على أنه حدد نظرية بوبر للمعرفة. ولكن تشكلاته القائمة تُعد غامضة بالنسبة لنتائج مطلقة غير مقيدة عن مثلاً عدم اليقين في التمثيل الفيزيائي للمعرفة الذي يمكن أن يستخرج منها. لذلك أفضل ألا أستقرئ منها مباشرة ولكن أستنتجها من مبدأ تورنج (وهذا مثل آخر على القوة التفسيرية العظيمة المتاحة عند اعتبار الخيوط الأربعة أساسيين كمتصلين معاً أو مرتبطين ببعضهم البعض) تبلر نفسه اعتمد على استنتاج أن الحياة ستستمر إلى الأبد أو أن عمليات المعرفة سوف تستمر إلى الأبد. من وجهة نظرنا الحالية فكل من الاستنتاجين يبدو غير أساسي. الميزة التي حققها مبدأ تورنج ترجع لسبب مستقل عن الكونية، وينظر إليه كمبدأ أساسي في الطبيعة - مع اعترافي أنه ليس دائماً في شكله القوي ذاك - ولكنني ناقشت أن هذا الشكل القوي للمبدأ يكون ضرورياً لو أن المبدأ جرى دمجهُ أو توحيدهُ في الفيزياء.

حدد تبلر المسألة بأن علم الكونيات قد تحول لدراسة ماضى الزمكان (بالطبع الماضى البعيد أساساً) لكن معظم الزمكان يقع في مستقبل العصر الحاضر. علم الكونيات القائم يضع المسألة في أن الكون سيعاود الانهيار، ولكن بعيداً عن هذا فإن هناك بحوثاً نظرية قليلة في الجزء الأكبر من الزمكان وبصفة خاصة تلك التي تقود إلى الانسحاق الكبير وهو الجانب الأقل فيما لو نسب إلى تلك الأحداث التي وقعت في أعقاب الانفجار الكبير. ورأى تبلر أن نقطة النهاية هي التي ستملأ هذه الفجوة. وأعتقد

أن نظرية نقطة النهاية تستحق أن تكون النظرية الغالبة عن مستقبل الزمكان طالما لم ترفض تجريبياً. (الرفض بناء على التجريب ممكن لأن وجود نقطة النهاية في مستقبلنا يضع قيوداً معينة على حالة الكون في يومنا هذا).

وبعد تأسيس سيناريو نقطة النهاية، وضع تبلر بعض الفروض الإضافية، بعضها معقول وبعضها أقل من ذلك - والتي مكنته من صنع مزيد من التفاصيل للتاريخ المستقبلي - وهي مسألة سؤاله أو بحثه الديني أو قل تفسيره الديني للتاريخ المستقبلي، وفشله في التمييز بين هذا التفسير والنظرية العلمية المعلنة، والتي منعت من أخذ الأخيرة بجدية. لاحظ تبلر أن كمية لا نهائية من المعارف ستكون قد أنشئت عند زمن لحظة النهاية. وبالتالي افترض أن الذكاء القائم وقتها في هذا المستقبل البعيد، مثلنا، سيرغب (أو ربما يحتاج) في اكتشاف معرفة أكثر من التي هي ضرورية الآن وذلك من أجل البقاء. بالطبع سيكون كامناً فيهم بالضرورة رغبة اكتشاف كل المعارف القابلة لأن تُعرف فيزيائياً، وافترض تبلر أنهم سيفعلون ذلك.

هكذا بمعنى ما فإن نقطة النهاية سوف تكون كائنًا (كُلُّ العلم "عليماً بكل شيء" وكلُّ القدرة أو الرب ذاته). ولكن هذا بمعنى ما. وبإدخال خصائص كهذه أو حتى وجود فيزيائي لنقطة النهاية، استخدم تبلر مزية لغوية في تناول اليد وشائعة تماماً في الفيزياء الرياضية. ولكنها قد تخدع إذا ما تم الأخذ بها على نحو حرفي جداً. وتلك المزية تتمثل في تعريف نقطة محدودة لمتوالية ما بواسطة هذه المتوالية. وذلك حين يقول إن نقطة النهاية تعرف فهو يعنى أنها معروفة بمعرفة بعض الكينونات النهائية قبل وقت نقطة النهاية، وبالتالي وكنتيجة لذلك لن تصبح منسية. والذي لا يقصده أو يعنيه أن هناك كينونات حرفياً عارفة في نهاية الانهيار الجاذبي، لأنه لن تكون هناك كينونات فيزيائية قائمة على الإطلاق. وهكذا بأقصى المعانى حرفية لنقطة النهاية يعنى أنها لن تعرف شيئاً. ويمكن القول بأنها موجودة فقط لأن بعض تفسيراتنا لنسيج الحقيقة تشير إلى خصائص محدودة لأحداث فيزيائية في المستقبل البعيد.

استخدام تبلر المصطلح الدينى (كلى العلم "العالم بكل شىء" كلى القدرة) لسبب سيصبح عما قريب مفارقاً، ولكن دعنى أشير هنا وفى هذه اللحظة أنه فى هذا الاستعمال فلا يعنى معناه الكامل التأسيسى التقليدى. نقطة النهاية لن تعرف كل شىء. القدر الهائل من الحقائق المجردة مثل الحقائق المشتمة على بيئة الكانتجوتو وما يشبهها سوف لن تكون قابلة للتعويل عليها كما هى بالنسبة لنا. الآن طالما أن الفضاء كله سوف يكون مليئاً بالكمبيوتر الذكى، أى أنه سيكون عالماً بكل شىء وكلى القدرة والوجود (ولو أن ذلك سيكون بعد تاريخ معين). طالما أنه سيكون مستمراً فى بناء نفسه ومنقاداً للانهيال الجاذبى، فإنه يمكن القول بأنه سيكون مسيطراً على كل ما يحدث للكون المادى (أو فى متعدد الأكوان إذا ما وقعت ظاهرة لحظة النهاية فى كل الأكوان) وهكذا قال تبلر بأنها ستكون كلية العلم وكلية القدرة. ولكن مرة ثانية هذه الكلية فى العلم والقدرة ليست مطلقة. بل على العكس ستكون صارمة المحدودية طبقاً للمادة والطاقة المتاحة ولأنها موضوع خاضع لقوانين الفيزياء.

وطالما أن الذكاءات فى الكمبيوتر سوف تكون على نحو مفكرين مبدعين، فلا بد من تصنيفهم كما لو أنهم "أناس". وقد ناقش تبلر على نحو صحيح أن أى تصنيف آخر سوف يكون من قبيل التمييز غير المبرر بين الأشياء أو العنصرية. وهكذا ادعى أنه عند حد نقطة النهاية سيكون هناك كلى المعرفة كلى القدرة. وإن ليس مطلقاً. كلى القدرة كلى المعرفة كلى الوجود هو مجتمع من الناس. وهو المجتمع الذى عرفه تبلر على أنه الرب.

لقد أشرت لعدة معانٍ متفرقة على أن الرب الذى عناه تبلر يختلف عن رب الأرباب الذى يعتقد فيه معظم المتدينين. وهناك ثمة فروقات أكثر من ذلك أيضاً. على سبيل المثال فإن الناس القريبين من نقطة النهاية لا يمكنهم أن يتحدثوا إلينا، حتى لو رغبوا فى ذلك، أو يوصلون لنا رغباتهم أو أن يصنعوا المعجزات (اليوم). إنهم لم يخلقوا الكون ولم يبتكروا قوانين الفيزياء ولم يستطيعوا أن ينتهكوا هذه القوانين فيما

لو أرادوا ذلك. ربما يستمعون إلى الصلوات التي تتلى في أيامنا الحالية هذه (ربما من خلال استكشاف أقل الإشارات خفوتاً) ولكنهم لا يستطيعون الإجابة عليها. إنهم مضادون للإيمان الدينى (وهذا يمكننا استنتاجه من نظرية المعرفة البوبرية)، ولا يرغبون في أن يكونوا مقدسين أو أصحاب قداسة وهلم جرا. ولكن تبلر استمر في حرث الأرض وناقش أن معظم سمات الرب في مجرى الديانة المسيحية اليهودية هي أيضاً من خصائص نقطة النهاية. وأعتقد أن معظم المتدينين لن يوافقوا تبلر على ما تكونه سمات مجريات أديانهم.

وبصفة خاصة فقد أشار تبلر أن ما يكفى من التقنية المتقدمة سوف تكون قادرة على إحياء الموتى. سوف تستطيع ذلك بطرق متعددة والتي سيكون أبسطها هو ما يلي: بمجرد حيازة المرء لقوة كمبيوترية (ويتذكر أخيراً أن أى كمية أو قدر من الرغبات ستكون متاحة) يستطيع المرء أن يجرى محاكاة الكون كله - بالطبع متعدد الأكوان بأكمله - بدءاً من الانفجار الكبير، ولدى أى درجة مرغوبة من الدقة. وإذا كان المرء لا يعرف بدرجة كافية من الدقة كيف كانت الحالة المبدئية، فإن المرء يمكنه اختيار أفضل العينات لكل الحالات المبدئية الممكنة على نحو اعتباطى ويديرها جميعاً فى وقت متزامن. والمحاكاة يمكنها أن تتوقف، لأسباب من التعقيد، إذا ما كانت البيئة أو الفترة التى تجرى محاكاتها أصبحت قريبة من الوقت الفعلى الذى تجرى فيه المحاكاة. ولكنها وفى وقت قريب ستكون قابلة للاستمرار طالما تواجدت الطاقة للخط. فى كمبيوترات نقطة النهاية لا شىء هناك غير قابل للتطبيق. هناك ما هو كمبيوترى أو قابل للحوسبة، وما هو غير كمبيوترى أو غير قابل للحوسبة. ومحاكاة البيانات الحقيقية بالتأكيد ستكون عبر مستوى ما هو كمبيوترى أو قابل للحوسبة. وفى مجرى هذه المحاكاة سيظهر كوكب الأرض وتنوعات عديدة منه، والحياة، وأخيراً الجنس البشرى، سوف يظهرون. كل البشر الذين سبق وعاشوا فى متعدد الأكوان (بمعنى الذين كان وجودهم ممكناً فيزيائياً) سوف يظهرون فى هذه المحاكاة الواسعة. وهكذا كل سكان الفضاء

والذكاء الاصطناعي الذي سبق أن وجدوا. سيبحث البرنامج الحاكم عن كل هذه الكائنات الذكية، إذا ما أرادت ذلك، ويضعهم في مكانهم الأحسن في الحقيقة التقديرية - والذين ربما لن يموتوا مرة أخرى، وسوف يضمنون رغباتهم (أو على الأقل المعينة منها، أو التي لم يكونوا يتخيلون أن وسيلة الكمبيوتر يمكن أن تحققها) لماذا ستفعل المحاكاة ذلك؟ سبب واحد ربما يكون أخلاقياً: على مستوى المستقبل البعيد فإن البيئة التي نحيا فيها أيامنا هذه خشنة أو فظة للغاية ونحن نعاني شنائعها. وربما تعتبر من غير الأخلاقى عدم إنقاذ الناس منها وإعطائهم فرصة الحياة الأفضل. ولكن ربما يكون من غير المثمر وضعهم مباشرة في حضارة معاصرة في وقت إعادتهم من الموت: في الحال سوف يرتبكون ويشعرون بالإذلال والاندحاش ولهذا يقول تبلر: يمكننا أن نتخيل أن تعاد الحياة في بيئة بالضرورة نحن معتادون عليها، ونتوقع رفع كل العوامل غير المرغوبة منها، وأن تضاف إليها كل العوامل المريحة والمرغوبة وبكلمات أخرى: الجنة.

واستمر تبلر على هذا المنوال لإنشاء عديد من العناصر الأخرى من منظور الأديان التقليدية عن طريق إعادة تعريفها على أنها جواهر أو كينونات فيزيائية أو عمليات يتوقع أن تكون معقولة أو مقبولة على الأقل ظاهرياً، وقريبة الوجود من لحظة النهاية. والآن دعنا نترك جانباً السؤال عما إذا كانت الأوجه المعاد إنشاؤها تصدق مع تلك المشابهة الدينية. كل القصة عما سيفعله أذكاء المستقبل البعيد أو ما لن يفعلوه تقوم على أساس خيط من الفروض. حتى لو استنتجنا أن كل هذه الفروض منفرداً قابل للتصديق ولو ظاهرياً، فإن النتائج كلها لا يمكنها ادعاء أنها أكثر من منظور إخباري. منظور كهذا يستحق التحقيق، ولكن من المهم التفرقة بينهم وبين جدلية وجود لحظة النهاية نفسها، وبين خصائص نظرية لحظة النهاية الفيزيائية والمعرفية. بالنسبة لهذه الجدليات، فإنها لا تفترض أكثر من أن نسيج الحقيقة يتطابق مع أحسن نظرياتنا، وهو فرض يمكن تقويمه منفرداً.

وكتحذير ضد عدم الاعتماد على منظور إخباري، دعني أستبعد البناء الرئيسي في الفصل الأول بمعارفه السابقة على المعرفة العلمية في المعمار والهندسة. لقد أصبحنا منفصلين عنه من خلال فجوة حضارية كبيرة حتى أنها تبدو صعوبة هائلة للعاشين فيه أن يستشفوا صورة عامة لحضارتنا. ولكننا أيضاً نتعاصر معاً تقريباً بالمقارنة مع الهوة الكبيرة التي بيننا وبين اللحظة الباكورة المختلفة لما اعتبره تبلر إعادة للحياة من الموت. الآن، افترض أن البناء الرئيسي أو العظيم ذاك تخيل مشهداً لمستقبل صناعة البناء، وبواسطة رمية من غير رام أو من خلال قذيفة سعيدة الحظ أسقطته بدقة متناهية على تقنية الأيام الحالية. إذن سيعرف أننا، من بين أشياء أخرى، قادرون على إنشاء مباني أوسع وأكثر تأثيراً عن الكاتدرائيات الكبرى في عهده، يمكننا بناء كاتدرائية بارتفاع ميل إذا ما اخترنا ذلك. ويمكن أن نفعل ذلك بجزء صغير من ثرواتنا وفي وقت أقل وجهد بشري أقل، أكثر مما كان يحتاجه لبناء كاتدرائية متواضعة. ولذلك سيكون راضياً عن تنبئه بأننا مع العام ٢٠٠٠ (وما بعده) سوف تكون هناك كاتدرائيات بارتفاع ميل. وسيكون مخطئاً وبشدة لاعتقاده أننا نحوز التقنية لبناء مثل هذه الأبنية، ولكننا اخترنا ألا نفعل. بالطبع لا يبدو هذا متشابهاً مع أن مثل هذه الأبنية لم يتم بناؤها. وحتى مع هذا نحن نفترض القريب من أن يكون معاصراً لنا، ليكون محققاً بالنسبة لتقنيتنا، سوف يكون مخطئاً تماماً بشأن أفضليتنا. سوف يكون مخطئاً بسبب أن بعض افتراضاته غير القابلة للتساؤل حول ما يحفز البشر سوف تكون مهجورة أو عتيقة بعد قليل من القرون.

وبالمثل فربما يبدو طبيعياً بالنسبة لنا أن ذكاء لحظة النهاية لأسباب تاريخية أو تلك المتعلقة بعلوم الآثار أو الشفقة، أو الواجب الأخلاقي، أو لمجرد النزوة أو الغرابة، سوف تنشئ في النهاية محاكاة حقيقية تقديرية لنا، وأنه بعد انتهاء تجربتهم سوف يضمنون لنا أن وسيلة الكمبيوتر أثناء ثرثرته الهاذية سيتطلب لنا أن نعيش أبداً في "الجنة" (أنا نفسي سوف أفضل أن يسمح لي بالانضمام التدريجي لحضارتهم) ولكننا



لا نستطيع معرفة ما الذى سيريدونه. بالطبع ليس ثمة محاولة للتنبؤ بتقدم واسع المدى فى شئون البشر (أو البشر الفائق) يمكنه أن يقدم نتائج يعتمد عليها. كما قال بوبر موضحاً: مجرى شئون البشرية فى المستقبل يعتمد على مستقبل نمو المعرفة. ولا يمكننا التنبؤ ما هى المعرفة المحددة التى سيتم إنشاؤها أو ابتكارها فى المستقبل، لأننا لو استطعنا، فسوف يمكننا - بالتعريف - تحقيقها فى الحاضر.

ليست فقط المعرفة العلمية التى تخبر الناس عن أفضلياتهم أو التى تحدد ما يختارون أن يتصرفوا على نحوه. هناك أيضاً، مثلاً، معايير أخلاقية يسهم فيها ما هو "صحيح" وما هو "خطأ" بالنسبة للأعمال الممكنة. مثل هذه القيم تميزت بصعوبة احتضان النظرة العلمية إلى العالم لها. ويبدو أنها شكلت بناءً تفسيرياً مغلقاً لذاتها، منفصلاً عن العالم الفيزيائى. وكما أشار دافيد هيوم<sup>(\*)</sup> David Hume أنه من الصعب أن تستنبط "يجب" من "يكون" ومع ذلك نحن نستخدم هذه القيم (كليهما) لتفسير وشرح وتحديد تصرفاتنا الفيزيائية.

ضعف (الصلة) ذاك فى المسألة الأخلاقية ليست له فائدة. ما دام يبدو أن من السهل فهم ما هو "مفيد" موضوعياً وما هو "غير مفيد" بأكثر من الفهم الموضوعى لما هو "صحيح" وما هو "خطأ" وكانت ثمة مجالات لتعريف "الأخلاقية" عبر مصطلحات مختلفة التشكلات من "النفعية". هناك على سبيل المثال أخلاقية ثورية التى أوضحت أن أشكالاً عديدة للتصرفات أو السلوكيات نفسرها بمصطلحات أخلاقية مثل عدم فعل أو ارتكاب القتل أو عدم الغش عند التعاون مع الآخرين، والتى لها شبيهه فى سلوك

---

(\*) دافيد هيوم David Hume (١٧١١ - ١٧٧٦) فيلسوف اسكتلندي، حاز شهرة ما بسبب فلسفته الشكية والتجريبية، وبفكرته عن تعرض الفكر البشرى للانطباعات التى لا يمكن - من وجهة نظره - إثبات حقيقتها كما كتب عدة مقالات عن الأخلاق، واشتغل بالتاريخ لإنجلترا، وهو فى الأساس يُعد تجريبياً محضاً حيث اتخذ من تجريبية نيوتن نموذجاً له وكذلك "المعرفة" كما قدمها الفيلسوف الإنجليزى جون لوك حيث لا معرفة وراء التجريب. (المترجم)

الحيوانات. وثمة فرع فى نظرية ثورية: "علم الاجتماع الحيوى sociobiology" والتي كان لها بعض النجاح فى تفسير السلوك الحيوانى. يميل معظم الناس إلى استخلاص أن التفسيرات الخلقية بالنسبة للخيارات البشرية هى مجرد زى تجميلى بغرض الوجهة الاجتماعية، وأن الأخلاقية ليس لها أساس موضوعى بالمرّة، ومقولة "صحيح" و"خطأ" هى ببساطة بطاقات نوظفها ليستمر ما طبع فىنا بالإرث ليحثنا على التصرف فى هذا الاتجاه دون ذاك الاتجاه. ووجه آخر لنفس التفسير يستبدل الجينات والممات: (جمع ممة)، ويدعى أن المصطلحات الأخلاقية هى مجرد واجهة تجميلية للأحوال أو الشروط الاجتماعية. مع ذلك ليس أى من هذه التفسيرات يناسب أو يتطابق مع الواقع. من ناحية نحن لا نميل لتفسير سلوكنا الموروث - قل السلوك الصرعى - من خلال خيار مصطلحات أخلاقية: لدينا فكرة عن التصرفات التطوعية (الإرادية) وتلك غير التطوعية (غير الإرادية) ووحدها ذات الطابع الإرادى التطوعى هى التى لها تفسير أخلاقى. ومن الناحية الأخرى فمن الصعب التفكير فى واحد من السلوك البشرى الموروث - تجنب الأكم أو المسألة الجنسية أو تناول الطعام أو أيا ما كان - لا يتجاهله البشر اختياريًا، فى ظل ظروف معينة الأسباب أخلاقية، نفس الأمر حقيقى وحتى أكثر شيوعًا، بالنسبة للسلوك الشرطى الاجتماعى. بالطبع فإن تجاهل أو تجاوز السلوك الشرطى الاجتماعى والسلوك الموروث هو نفسه يمثل سمة فى السلوك البشرى. ولذلك يتم تفسيره (مثل هذه التمردات) عبر مصطلحات أخلاقية. وليس هناك لأى من هذه التصرفات شبيهه فى الحيوانات، وليس من بينها ما يمكن تفسيره أخلاقياً مما يمكن استنتاجه من مصطلحات "الجينات" أو "الممات". هذا انهمر علينا على سبيل الخطأ عبر هذا المستوى من النظريات. هل يمكن أن يكون هناك جين لتجاهل جينات أخرى عندما يشعر المرء أنه يريد ذلك؟ الشرط الاجتماعى هل هو الذى يشجع أو يقود للعصيان؟ ربما، ولكن هذا يُبقى المشكلة على ما هى عليه بالنسبة لكيف نختار ما نفعله بدلاً من فعل آخر، وما الذى نعنيه عندما نفسر عصيانا بادعاء أننا ببساطة كنا على

حق وأن السلوك الموصوف بواسطة جيناتنا أو مجتمعاتنا في هذه الحالة هو تفسير ببساطة شرير.

هذه النظريات الجينية يمكن النظر إليها كحالات خاصة من خدعة بارعة أوسع بمعنى أن إنكار الحكم الأخلاقي له معنى، على أرضية أننا فعلا لا نختار تصرفاتنا، وأن الإرادة الحرة هي وهم لا مهرب منه مع الفيزياء. ولكن في الواقع، وكما رأينا في الفصل ١٣ أن الإرادة الحرة يمكن تحميلها مع الفيزياء وتتطابق طبيعيا مع نسيج الحقيقة التي وصفتها.

النفعية Utilitarianism (\*) كانت بمثابة محاولة باكرة لتصوير تفسير أخلاقي مع النظرة العلمية للعالم عبر ما هو "نافع". هنا تم تعريف ما هو "نافع" بـ "السعادة البشرية". صنع الخيارات الأخلاقية تم تعريفه عن طريق حساب أى التصرفات التي ستثمر أكثر إسعاد لنا. بالنسبة لشخص واحد (وهنا تبدو النظرية أكثر غموضاً) أو بالنسبة لأكثر عدد من الناس. أوجه مختلفة للنظرية استبدلت المتعة أو "الأفضلية" محل "السعادة". وباعتبارها رفضاً للنظم السلطوية authoritarian للأخلاق، لم تكن النفعية استثناء من ذلك. وبمعنى أنها ببساطة تعلن رفض مثل هذه العقيدة، وتعمل على نظرية التفضيل، فقد بقيت كتنقيد عقلاني، وعلى أن كل شخص عقلاني هو "نفعي". ولكن كمحاولة لحل المشكلة التي ناقشها هنا، والخاصة بشرح معنى الحكم الأخلاقي، كما أن لها أيضاً مجرى خاطئ: نحن نختار ما نفضله. وبشكل أدق نحن نغير أفضلياتنا،

---

(\*) النفعية Utilitarianism اتجاه فلسفي أخلاقي أخذ منحى المدرسة الفكرية ومن أبرز دعائه في القرن ١٨ بإنجلترا كل من الفلاسفة جيرمي بنتام Jeremy Bentham وجون ستيوارت مل John Steuart Mill، وهي من بين النظريات الغائية Teleological والتي تهتم بغاية الفعل والتي تحكم على ما هو صحيح أو غلط من خلال الحكم عن قيمة الحالة مثل قيمة حيوات الناس أى أن السعادة (المنفعة) ليست فقط للفرد الفاعل ولكن في كل من يؤثر فيهم الفعل أى أنها تركز على من يتأثرون بالعمل وليس فقط جوهر الفعل أو الدوافع إليه. (المترجم)

ونعطي تفسيراً أخلاقياً ونحن نفعل ذلك. ومثل هذا التفسير لا يمكن نقله أو ترجمته إلى مصطلحات نفعية. هل هناك أفضلية رئيسية محددة يمكنها أن تحكم تغيير أفضلياتنا؟ وإذا كان الأمر كذلك، فإنها لا يمكن تغييرها هي ذاتها وبالتالي سوف تتفسخ "النفعية" إلى النظرية الجينية للأخلاق السابق شرحها.

وما هي إذن العلاقة بين القيم الأخلاقية وبين النظرة العلمية المميزة للعالم التي أعلنها عبر هذا الكتاب؟ على الأقل أستطيع مناقشة أنه لا يوجد عائق أساسي من تشكيل هذه العلاقة. المشكلة مع كل النظرات العلمية السابقة للعالم لها بناء تفسيري هرمي أو تراتبي كما لو كان مستحيلاً مع مثل هذا البناء التقويم أو الحكم بأن النظريات العلمية صادقة، وهكذا لا يستطيع المرء أن يحكم على مجرى تصرف على أنه "صحيح" (بسبب كيف يمكن للمرء إذن أن يحكم على البناء ككل على أنه صحيح؟). وكما قلت كل من الخيوط الأربعة له بناء هيراركي أو هرمي أو تتابعي. ولكن نسيج الحقيقة ككل ليس كذلك. وهكذا فإن تفسير القيم الأخلاقية كأشياء تسهم في العمليات الفيزيائية لا يحتاج إلى استنتاجه من أي شيء آخر، حتى من حيث المبدأ. تماماً مثل الكينونات الرياضية المجردة، سوف تكون المسألة ما سوف تساهم به في التفسير - سواء كانت الحقيقة الفيزيائية يمكن أو لا يمكن فهمها دون مساهمة الحقيقة مع هذه القيم.

واتصالاً بهذا، دعني أشير إلى أن "الانبثاق" بمعناه القياسي أو المعياري هو واحد من السبل في مختلف الخيوط التي يمكن بها جعله على اتصال. وحتى الآن كنت أعتبر حقيقة ما يمكن تسميته انبثاق تنبؤي. على سبيل المثال نحن نعتقد أن تنبؤات نظرية التطور تتبع منطقاً قوانين الفيزياء حتى لو أثبتنا أن "العلامة" يمكن أن تكون قابلة للتطبيق الحوسبي. ولكن التفسيرات في نظرية التطور لا يعتقد في أنها تتبع أو تتبع من قوانين الفيزياء على الإطلاق. ومع ذلك فليس أي بناء تفسيري تتابعي يسمح بإمكانية الانبثاق التفسيري. افترض بدلاً أن حكماً أخلاقياً يمكن تفسيره على أنه

صحيح بمعنى نفعى ضيق. مثل: "أنا أريد ذلك، إنه لن يضر أحداً. وعلى ذلك فهو صحيح". الآن هذا الحكم يمكن أن يكون فى يوم ما محل تساؤل. ربما أتساءل "هل على أن أرغب فى ذلك؟" أو "هل أنا فعلاً محق فى أنه لن يؤذى أحداً؟" إذا كانت المسألة من أحكم بأنه غير ضار له، فهى نفسها تعتمد على فرضية أخلاقية. جلوسى هادئا على مقعد فى منزلى ربما يؤذى من ربما يستفيدون من خروجى لمساعدتهم فى هذه اللحظة، وتؤذى أى عدد من اللصوص الذى يرغبون فى سرقة المقعد لو أننى ذهبت إلى مكان آخر لفترة قصيرة، وهلم جرا. لحل هذه المسألة أضيف أو أورد مزيد من النظريات الأخلاقية والتي تتضمن تفسيرات جديدة لوضعى الأخلاقى. عندما يكون مثل هذا التفسير مُرضياً. سوف استخدمه بطريقة مؤقتة لتقرير ما هو الصحيح وما هو الخاطى. ولكن التفسير ولو أنه مُرضى بشكل مؤقت لى، لا يبرز على مستوى نفعى.

ولكن افترض الآن أن أحدهم شكل نظرية عامة عن مثل هذه التفسيرات ذاتها افترض أنهم أنتجوا مفهوماً له مستوى عال، مثل "حقوق الإنسان" وخمن ماذا تكون مقدمة هذا المفهوم. ستكون أنه بالنسبة لمستوى معين للمشاكل الأخلاقية مثل الذى وصفته حالاً، من شأنها دوماً أن تولد تفسيرات جديدة تقوم بحل الإشكال بالمعنى النفعى. وافترض أكثر، أن هذه النظرية عن التفسير هى ذاتها نظرية مفسرة. إنها تفسر، بمصطلحات خيط آخر، لماذا يكون من الأفضل تحليل المشاكل عبر مصطلحات "حقوق الإنسان" (بالمعنى النفعى). على سبيل المثال ربما تشرح على أرضيه نظرية المعرفة، لماذا يُتوقع أن احترام "حقوق الإنسان" من شأنه أن يسوق أو يشجع على نمو المعرفة، الذى هو نفسه يعتبر شرطاً مسبقاً لحل المشاكل الأخلاقية.

إذا بدا التفسير جيداً، فسوف تكون مثل هذه النظرية جديرة بالتبنى. والأكثر من ذلك أنه طالما أن الحسابات النفعية تستحيل قابليتها للتطبيق، بينما تحليل الموقف بمصطلحات حقوق الإنسان من المقبول عادةً، فربما يصبح الأجدر استخدام تحليل

"حقوق الإنسان" كأفضلية على أى نظرية محددة عن تطبيقات السعادة التى تنجم عن تصرف معين. إذا كان كل هذا صحيحاً فإنه يمكن أن يصبح مفهوم "حقوق الإنسان" غير قابل للتعبير عنه، حتى من حيث المبدأ، بمصطلحات السعادة - إنه ليس مفهوماً نفعياً على الإطلاق - يمكن أن نسميه مفهوماً أخلاقياً. العلاقة بين الاثنين تتم عبر التفسير الانبثاقى وليس التنبؤ الانبثاقى.

أنا لست أعلن على وجه التخصيص هذا الاقتراب المميز، أنا مجرد أنير الطريق التى يمكن من خلاله أن تتواجد القيم الأخلاقية على نحو شخصى بأن تلعب دوراً فى التفسير الانبثاقى. إذا كان هذا الاقتراب صالحاً فإنه سوف يفسر كيف أن الأخلاق تمثل نوعاً من "الانبثاق النفعى".

وبطريقة مماثلة "القيمة الفنية" والمفاهيم الجمالية الأخرى دائماً ما يصعب تفسيرها بمصطلحات موضوعية. إنها عادة ما تفسر أيضاً كسمات تحكمية أو إجبارية للحضارة، أو كأفضليات موروثية. ومرة ثانية لقد رأينا أنها ليست كذلك بالضرورة. تماماً كما تم وصل "الأخلاقية" بالنفع، كذلك القيم الفنية تحوز تصميمياً لنظائر مفاهيمية أقل إثارة فى التعريف ولكن أكثر قوة. مرة ثانية فإن قيمة السمة المصممة تكون مفهومة فقط على أساس ما هو الغرض المعين للشيء المصمم. ولكننا قد نجد من الممكن تحسين التصميمات بمعاونة معيار جمالى جيد لمعيار التصميم. مثل هذا المعيار الجمالى قد يكون من غير الممكن قابليته للحساب من خلال معيار التصميم، واحداً من منافعه قد تكون تحسين معايير التصميم ذاتها. مرة أخرى تصبح العلاقة واحدة من التفسيرات الانبثاقية. والقيمة الجمالية أو الجمال يصبحان نوعين من انبثاق التصميم.

الثقة الزائدة لدى تبلر فى التنبؤ بما سيحفز الناس القريبين من نقطة النهاية تسببت له فى أن يبخر قيمة تطبيق هام لنظرية لحظة النهاية المتمثل فى دور الذكاء فى التعددية. لأن الذكاء لن يكون هناك فقط للسيطرة على الأحداث الفيزيائية على

المستوى الواسع، إنه هناك لاختيار ما الذى سيحدث. نهايات الكون ستكون كما قال بوبر لنا، للاختيار منها. بالطبع، وعلى مدى امتداد كبير فإن محتوى الأفكار فى الذكاء المستقبلى تتضمن ما الذى سيحدث، لأنه فى النهاية سيكون كل الفضاء وكل محتواه عبارة عن كمبيوتر. الكون فى النهاية سيكون مشتملاً، حرفياً، على عمليات فكرية ذكية، وفى مكان ما فى اتجاه النهاية البعيدة لهذه المادة الفكرية ستكون هناك، ربما، كل المعرفة الفيزيائية الممكنة، معبراً عنها بنماذج فيزيائية.

الأخلاقيات والجماليات كتفكير مُروى فيه ستكون أيضاً ممثلة بنماذج كمخرجات لمثل هذا التفكير المتأنى. بالطبع سواء كانت ثمة نقطة نهاية أو لم تكن، فأيضاً توجد المعرفة فى متعدد الأكوان (التعقيد عبر عديد من الأكوان) فلا بد أن ثمة آثار فيزيائية للأخلاقية والجمالية كسبب يحدد أى نوع من المشاكل ستقوم بحله خاصية المعرفة المبكرة هناك. قبل أن تكون أى قطعة معرفة حقيقية مشابهة من خلال عصبية من الأكوان. الأحكام الجمالية والأخلاقية لا بد بالفعل أن تكون متشابهة عبر تلك الأكوان ويستتبع ذلك أن مثل هذه الأحكام تشتمل أيضاً على معرفة موضوعية بالمعنى الفيزيائى والتعددية. وهذا يقوم لنا استخدام مصطلحات نظرية المعرفة مثل "مشكلة" و"حل" و"تسبيب" و"المعرفة" فى مجالى الأخلاقيات والجماليات. وهكذا إذا كانتا على العموم منسجمتين أو متساويتين مع النظرة للعالم المعلنه فى هذا الكتاب، فإن "الجمال" و"الصحة" لا بد أن يكونا موضوعيين كالحقيقة العلمية والرياضيات. ولا بد أن يُبتكرا بطرق مشابهة من خلال الحواس والنقد العقلانى. ولهذا كان كيتس(\*) keats على حق حين قال: "إن الجمال هو الحقيقة والحقيقة هى الجمال" إنهما ليستا نفس الشيء ولكنهما من هذا النوع من الأشياء، ويتم إبداعهما بنفس الطريقة، وهما يتصلان

---

(\*) جون كيتس John Keats (١٧٩٥ - ١٨٢١) شاعر رومانسى إنجليزى وهب حياته القصيرة كلها لفكرة تصحيح الشعر بصورته السائدة نافخاً فيه الروح الشعورية والحساسية المطلقة والتعبير به عن الفلسفة، وقد مات صغيراً أثناء تلقيه علاج السل فى روما. (المترجم)

بما يتعذر فصله (ولكنه كان مخطئاً عندما واصل قوله "هذا هو كل ما تعرفونه على الأرض، وهو كل ما تحتاجون إلى معرفته").

من قلب هذا الحماس (بالمعنى الأصلي للكلمة!)، أهمل تبلر جزء من الدرس البوبرى عن ماذا سيكون عليه شكل نمو المعرفة. إذا كانت نقطة النهاية موجودة وإذا كانت على النحو الذى قدمه تبلر، فإن الكون المتأخر لا بد بالطبع سيشتمل على أفكار كائنة معه لحكمة غير قابلة للإدراك، وإبداعية وأرقام مطلقة. ولكن التفكير هو حل المشاكل، وحل المشاكل يعنى حدوس غالبية، أخطاء، نقد، رفض، مراجعة. وأعترف أنه فى الحدود (التي لم يخبرها أحد) فى لحظة انتهاء الكون كل شىء يمكن إدراكه سيكون مفهوماً ولكن فى أى لحظة أخيرة أو نهائية فإن المعرفة لدى نسلنا سوف تعميها الأخطاء. معرفتهم ستكون أعظم، وأعمق، وأعرض عما يمكن أن نتخيله ولكنهم سيصنعون فى نفس الوقت أخطاء على مستوى هائل أيضاً.

مثلاً لن يعرفوا أبداً اليقين أو الأمان الفيزيائى لبقائهم، ومثلنا سوف يعتمدون على إبداعاتهم وتياراتهم المستمرة من المعرفة الجديدة. ولو فشلوا ولو لمرة واحدة فى توسيع أو تزايد سرعة الحوسبة وقدرة الذاكرة خلال الفترة المتاحة لهم، والسابق تحديده بمعرفة قانون فيزيائى متصلب ومتعذر تطويعه، سوف تسقط السماء فوقهم وسيتموتون. سوف تكون حضارتهم سلمية وخيرة إلى ما هو أبعد من أشرس أحلامنا، ومع ذلك لن تكون هادئة. سوف تقع على حل عدد هائل من المشاكل وتتمزق عبر جدليات سريعة الغضب. ولهذا السبب يبدو أنها لا تشبه أنه من المفيد النظر إليها على أنها "شخص". وإنما على أنها عدد واسع من الناس يتفاعلون معاً عند مستويات عديدة وبطرق عديدة مختلفة ولكن بدون اتفاق بين الأطراف. وسوف لن يتحدثوا بصوت واحد بأكثر مما يتحدث العلماء الآن فى ندوة بحثية بصوت واحد. وحتى عندما يتفقون بالصدفة، سوف يخطئون عادةً، وسوف تظل أخطأهم غير مصححة لمدد طويلة على نحو اعتباطى (موضوعياً). ولن تكون حضارتهم متجانسة أخلاقياً لنفس السبب. لن



يكون هناك شيء مقدس (بالتأكيد هذا اختلاف آخر عن الدين التقليدي أو الاصطلاحي!)، وسوف يتساءل الناس باستمرار عن افتراضات اعتبارها أناس آخرون على أنها من قبيل الحقائق الأخلاقية الأساسية. بالطبع لكي تكون الأخلاق حقيقية يجب أن تكون مدركة بوسائل التعقيل وبالتالي ستحل كل مسألة تقليدية فيها. ولكنه سيحل محلها مزيد من التقليديات الأكثر إثارة وأساسية. مثل هذا التناقض وألوانه مجموعة متقدمة من المجتمعات المتشابكة أو المتداخلة أو حتى المتوافقة يختلف تماماً عن فكرة الرب السائد في معتقد معظم المتدينين. ولكنه بديل ثانوي لديها، وهو الذي سيعيدنا من الموت لو كان تبلر محققاً.

من منظور كل الأفكار التوحيدية التي ناقشتها مثل الحوسبة الكمية، نظرية المعرفة التقدمية، ومفاهيم التعددية في المعرفة، الإرادة الحرة والزمن، كان واضحاً لي أن اتجاهنا الحالي في فهمنا الشامل للحقيقة هو بالضبط كما كنت أمل أن يكون عليه وأنا بعد طفل لم أزل. وأصبحت معرفتنا أعرض وأعمق معاً كما أوضحت في الفصل الأول، العمق ينتصر. ولكنني ادعيت ما هو أكثر من ذلك في هذا الكتاب. لقد أعلنت نظرة مميزة موحدة للعالم تقوم على الخيوط الأربعة: التعددية في فيزياء الكم، ونظرية المعرفة عند بوبر، ونظرية دارون/ داوكنج عن التطور، والوجه القوي لمبدأ تورنج عن الحوسبة العالمية. ويبدو لي أنه عن الحالة السائدة لمعرفتنا العلمية، هذه هي النظرة الطبيعية التي يجب أن نتمسك بها إنها النظرة المحافظة وهي التي لا تفترض تغييراً مروعاً في أي من أحسن تفسيراتنا الأساسية. ومن ثم يجب أن تكون هي النظرة الغالبة، وهي التي تتضاد مع ابتداء مفترض لتقويمها. تلك هي القاعدة التي أدعو إليها ولست أملاً في إنشاء أرثوذكسية جديدة بعيداً عنها. وكما قلت اعتقد أنه حان الوقت للتحرك للإمام. ولكننا يمكننا التحرك إلى نظريات أفضل فقط لو أخذنا أحسن نظرياتنا القائمة بجدية، كتفسيرات للعالم من حولنا.

## المؤلف فى سطور :

دافيد دويتس David Elless Deutsch

- من مواليد عام ١٩٥٣ بمدينة حيفا، ويعمل باحثاً فى الفيزياء بجامعة أوكسفورد ومحاضراً زائراً (بدوام مؤقت) بوكالة "فيزياء الليزر والذرة" بمركز الحوسبة الكمية بمعمل كلارينتون Claredon .

- من الرواد فى مجال الكمبيوترات الكمية باعتباره أول من صاغ نوعاً من الحساب يختص تحديداً بالحوسبة الكمية، كما أنه من مشايعى نظرية تعدد العوالم multi - universes التى تعد رافداً من روافد نظرية الكم وباعتبارها تعريفاً ممكناً فيزيائياً للحقائق المتصلة بفهم العالم (أو العوالم) والبشر كذلك .

- من مناصرى "التحرر" و(بصفة خاصة حرية الإرادة فى الفكر والعمل)، فضلاً عن أنه ينتمى للأدريين (من يرون أن وجود الله وطبيعته وأصل الكون من الأمور التى لا سبيل إلى معرفتها) .

- حصل على عدة جوائز علمية على رأسها جائزة ديراك Dirac Prize عام ١٩٩٨ .

- يعد كتابه الحالى "نسيج الحقيقة" أحسن كتاب علمى لعام ١٩٩٨ أيضاً، وعمل مؤخراً على كتاب بعنوان : "بداية اللانهاية" Beginning of infinity والمتوقع أن يكون متاحاً للقراء مع بواكير عام ٢٠٠٩ .

المترجم فى سطور :

منير حسين عبد الله شريف

- من مواليد ١٩٣٩ بالمنصورة - محافظة الدقهلية .

- حاصل على ليسانس الحقوق والشرطة من جامعة عين شمس فى  
يناير ١٩٦١ .

- وأيضاً على ليسانس الآداب قسم الفلسفة من جامعة القاهرة فى مايو ١٩٧٣  
(بتقدير عام جيد جداً) .

- ودبلوم المعهد العالى للنقد الفنى بأكاديمية الفنون صيف ١٩٨٥ (بتقدير عام  
امتياز)

- له عدة ترجمات تحت الطبع بالمركز القومى للترجمة وهى "الاقتراب من الله"  
"وكيف تبنى آلة زمن" و"أصل الحياة" وثلاثتهم للدكتور بول دايفز.

المراجع فى سطور:

عادل أبو المجد

المؤهلات العلمية :

- دبلوم فى الفيزياء النظرية النووية من جامعة موسكو (روسيا) ١٩٦٣م.

- دكتوراه الفلسفة Ph.D فى الفيزياء الرياضية من جامعة خاركوف (أوكرانيا) ١٩٩٦م.

- دكتوراه العلوم D.Sc فى الفيزياء النظرية من جامعة القاهرة ١٩٧٩م.

الوظائف:

- تدرج فى الوظائف من معيد إلى أستاذ مروراً بهيئة الطاقة الذرية وكلية العلوم جامعة القاهرة وجامعة الملك عبد العزيز بالسعودية وأستاذاً زائراً بمعهد ماكس بلانك للفيزياء النووية بها يدلبرج بألمانيا ثم جامعة ويسكونسن بالولايات المتحدة الأمريكية، ثم جامعة الإمارات العربية المتحدة أستاذاً بقسم الرياضيات.

- واستقر كأستاذ متفرغ بقسم الرياضيات بكلية العلوم جامعة الزقازيق، وبعدها حتى الآن كأستاذ غير متفرغ للفيزياء بكلية الهندسة جامعة سيناء .

عضوية الجمعيات العلمية:

- عضو مشارك بالمركز الدولى للفيزياء النظرية فى تريستا بإيطاليا منذ ١٩٦٨م.

- زميل جمعية ألكسندر فون هومبولدت فى بون بألمانيا منذ ١٩٧٤م.

- عضو اللجنة الاستشارية بالمعهد الدولي للفيزياء النظرية والتطبيقية في "أيوا"  
بالولايات الأمريكية منذ ١٩٩٥م.

### الجوائز والأوسمة:

- جائزة الدولة التشجيعية للعلوم الفيزيائية مرتان أعوام ١٩٦٩م، ١٩٧٧م.
- وسام العلوم الفنون من الطبقة الأولى عام ١٩٧١م.
- وسام الاستحقاق من الطبقة الثانية عام ١٩٧٩م.
- حصل مؤخراً على جائزة الدولة للتفوق العلمي عن عام ٢٠٠٨م.

التصحيح اللغوى : أحمد الشقيرى  
الإشراف الفنى : حسن كامل